

ISSN 0011-9008

Дерево— обрабатывающая промышленность

4/2008



дизайн и производство
ВАЛМАКС[®]
лицевой мебельной фурнитуры

www.valmaks.ru



Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

ИТАЛИЯ

на выставке

LESDREVMAШ ЛЕСДРЕВМАШ 2008

ТЕХНОЛОГИИ ДЕРЕВООБРАБОТКИ
Made in Italy

A. COSTA RIGHI
www.a.costarighi.com

AHENА BOILERS
www.oficinedelsavio.it

ANDREONI LUIGI
www.andreoni.it

ANGELO CREMONA
www.angelo-cremona.com

ARTIGLIO
www.artiglio.it

BACCI PAOLINO
www.bacci.com

BALESTRINI
www.balestrini.com

BASECHILD
www.baschild.it

BIGonDRY
www.bigondry.com

BREVETTI MOTTA
www.brevettimotta.com

CIT MECCANICA
www.citmeccanica.it

CENTAURо
www.centaurospa.it

C.M. MACCHINE
www.cmmacchine.com

COMAFER
www.comafer.it

CORAL
www.coral.eu

COSTA LEVIGATRICI
www.costalev.com

DELTA
www.deltaitaly.com

DELTA ENGINEERING
www.delta-it.ru

FASCO
www.fasco-spa.com

GARNIGA
www.garniga.com

GIBEN International
www.giben.com

GREDA
www.greda.it

GRIGGIO
www.griggio.com

GROSSI
www.olimpiagrossi.com

HIRZT
www.hirzt.com

INCOMAC
www.incomac.com

INCOPLAN
www.incoplan.it

ISAP
www.isap.it

KOIMPEX
www.koimpex.it

ORMAMACCHINE
www.ormamacchine.it

OSAMA Technologies
www.osama-tech.it

PADE
www.pade.it

PAGNONI IMPIANTI
www.pagnoni.com

PAOLONI MACCHINE
www.paolonimacchine.it

PLANITEC
www.planitec.it

PRIMULTINI
www.primultini.it

QUICKWOOD
www.quickwood.it

SUERI ALFREDO
www.sacsueri.com

SCM GROUP
www.scmgroup.com

SECEA
www.secea.com

SPANEVELLO
www.spanevello.com

STEMAS
www.stemas.it

STETON
www.steton.it

STORTI
www.storti.it

STROMAB
www.stromab.com

TECHWOOD
www.techwood.it

TERMOLEGNO
www.termolegno.com

VERMA INDUSTRIА
www.verma.it

VIET
www.viet.it

WDE MASPELL
www.wde-maspell.it

Приглашаем посетить итальянскую коллективную экспозицию

01 – 04 сентября 2008

Москва, Экспоцентр на Красной Пресне, Павильон 2, зал 1



ИЧЕ
Институт Внешней Торговли Италии
www.italtrade.com/rossija



АЧИМАЛЛ
Ассоциация итальянских производителей оборудования
и принадлежностей для деревообработки
www.acimall.com

Для справок: ИЧЕ, Россия 123610 Москва, Краснопресненская наб. 12, офис 1202 Тел. (495) 9670275/77/78, Факс (495) 9670274/79, E-mail: mosca@mosca.ice.it

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

Дерево- обрабатывающая промышленность

4/2008

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:

Редакция журнала,
Рослеспром,
НТО бумдревпрома,
НПО "Промысел"

Основан в апреле 1952 г.

Выходит 6 раз в год

Редакционная коллегия:

В.Д.Соломонов
(главный редактор),
Л.А.Алексеев,
А.А.Барташевич,
В.И.Бирюков,
А.М.Волобаев,
А.В.Ермошина
(зам. главного редактора),
А.Н.Кириллов,
Ф.Г.Линер,
С.В.Милованов,
А.Г.Митюков,
В.И.Онегин,
Ю.П.Онищенко,
С.Н.Рыкунин,
Г.И.Санаев,
Ю.П.Сидоров,
Б.Н.Уголев

© "Деревообрабатывающая промышленность", 2008
Свидетельство о регистрации СМИ в Роскомпечати № 014990

Сдано в набор 07.07.2008.
Подписано в печать 22.07.2008.
Формат бумаги 60x88/8
Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 6,6
Тираж 600 экз. Заказ 1879
Цена свободная
ОАО «Типография «Новости»
105005, Москва, ул. Фр.Энгельса, 46

Адрес редакции:
117303, Москва, ул. Малая
Юшуньская, д. 1, корп. 1
Телефон: 8-903-126-08-39

Вологодская областная универсальная научная библиотека

СОДЕРЖАНИЕ

Новые требования к уровням показателей безопасности древесноплитной продукции 2

НАУКА И ТЕХНИКА

Плотников С.М. Оптимизация операции по смыканию плит крупноформатных прессов для изготовления ДСП 7
Пинчевская Е.А. Оценка качества сушки пиломатериалов с учётом изменчивости свойств материала и среды 9
Боярский М.В., Тарасова О.Г. Усовершенствованное устройство для проверки точности установки пил в пильную рамку 13

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Хабаров В.Б. Использование метода газовой хроматографии для санитарно-химической оценки экспортной фанеры 14

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, УПРАВЛЕНИЕ, НОТ

Угрюмов С.А., Боровков Е.А., Цветков В.Е. Математически обоснованный выбор рационального режима производства костроплит 18
Федюков В.И. Необходимость в углублении знаний о древесине для обеспечения безопасности и качества мебельной продукции и процессов её производства 20

НАУЧНЫЙ ПОИСК

Осадчий Г.Б. Летняя баня: целесообразность и возможность создания 23

ЭКОНОМИЯ СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ, ЭНЕРГОСУРСОВ

Дырявко А.Н., Харин В.Н. Модель для определения нагрузки выдёргивания шурупа из древесностружечных плит 25

ОХРАНА ТРУДА

Бектобеков Г.В., Гарнагина Н.Е. Анализ основных источников, видов и причин опасности использования механизированных деревообрабатывающих линий 27

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Будущее – за клеёными деревянными конструкциями 30

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Полезная книга по технологии гнутоклеёной мебели 32

На первой странице обложки: образцы мебельной фурнитуры (ООО "Валмакс")

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЯМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДРЕВЕСИОПЛИТНОЙ ПРОДУКЦИИ

8–11 апреля 2008 г. в Санкт-Петербурге, в отеле “Россия”, проходила III международная конференция по вопросам безопасности и экологической чистоты продукции фанерной подотрасли деревообрабатывающей промышленности. Её организатором выступил Центральный научно-исследовательский институт фанеры (ООО “ЦНИИФ”).

Тема конференции обусловлена тем, что страны Европейского Союза (ЕС) ввели новое законодательство (регламент REACH) в отношении производителей химических веществ. Фанерная подотрасль непосредственно потребляет последние для синтеза смол, с использованием которых она вырабатывает свою продукцию, экспортную в страны ЕС. Поэтому возникла необходимость выяснить, как повлияет соблюдение требований упомянутого регламента на показатели качества и экологическую чистоту этой продукции. В проведении такой дискуссии были заинтересованы и руководители предприятий химической промышленности, осуществляющих централизованные поставки синтетических смол для фанерной подотрасли деревообрабатывающей промышленности. Сочли целесообразным принять участие в дискуссии и представители смежных отраслей: станкостроители, проектировщики производств, производители и поставщики компонентов клеёв и др.

О заинтересованности в проведении данной конференции говорит число её участников – оно составило около 130 чел. В ней участвовали представители 29 действующих фанерных предприятий России, 3 предприятия Белоруссии, 1 предприятия Украины; представители 26 российских организаций, связанных с производством фанеры, проектированием и строительством аналогичных производств, разработкой технологий и техники, выполнением пусконаладочных работ, синтезом смол и компонентов клеёв; представители широко известных зарубеж-

ных фирм: “Bakelite AG”, Германия; “Angelo Cremona”, Италия; “Grecon-Steinemann”, Швейцария и др. Отметим высокий уровень административного ранга собравшихся: среди участников – 22 руководителя предприятий, 82 крупных технических менеджера (это технические директора, главные инженеры, главные технологии, начальники лабораторий), 21 менеджер по снабжению и продаже, члены научно-технического совета ЦНИИФа и его ведущие специалисты, учёные Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии.

Конференцию открыл генеральный директор ЦНИИФа А.В. Волков. В приветственном слове к участникам он отметил повышенный интерес отечественных и зарубежных фирм к проблеме введения в действие нового регламента ЕС на регистрацию, оценку, разрешение и ограничение в применении химических веществ. Этот регламент составлен с учётом необходимости обеспечения высокого уровня здоровья человека и качества окружающей среды. Основная задача этого документа – сузить использование вредных для репродуктивной системы человека химических веществ (канцерогенов, мутагенов и токсичных веществ), способных к бионакоплению: фенола, формальдегида и др. В чём состоит трудность, которая может возникнуть для российских предприятий? В том, что возможно наложение запрета на экспорт из России продукции, содержащей такие вещества, которые не зарегистрированы и не одобрены в европейском реестре химических веществ.

В связи с этим на конференции предстояло обсудить следующие вопросы: опыт и перспективы производства малотоксичных смол, обеспечивающих соответствие фанеры требованиям европейского законодательства; эффективность использования новых связующих для производства фанеры; новое оборудование.

В выступлении д-ра техн. наук, проф. СПГЛТА В.И. Онегина была отмечена важность поставленной темы и вопросов, подлежащих рассмотрению на конференции в связи с новыми жизненными реалиями. Он ознакомил собравшихся с тематикой некоторых научно-исследовательских работ (проводимых учебным заведением) по совершенствованию процесса склеивания шпона с применением эффективных клеёв для повышения уровня экологичности продукции.

Мировой рынок фанеры достаточно насыщен. Производство растёт темпами, близкими к темпам роста мировой экономики. В период 1990–2006 гг. величина мирового объёма производства фанеры ежегодно возрастала в 1,0276 раза, так что за эти 17 лет величина упомянутого показателя увеличилась почти в 1,589 раза, или на 58,9% исходного уровня. В табл. 1 приведены данные по производству и экспорту фанеры по 10 странам в 2006 г.

Таблица 1

Страна	Величина годового объёма, м ³	
	производства	экспорта
КНР	28098750	7812901
США	13651125	491504
Малайзия	5433000	4958000
Индонезия	3812000	3068900
Бразилия	3700000	1903847
Япония	3314000	12000
Россия	2598000	1577000
Канада	2252000	949000
Индия	2130000	50144
Финляндия	1415000	1250394

В России величина годового объёма выпуска фанеры стабильно растёт: в период 1996–2006 гг. она ежегодно возрастала в среднем в 1,087 раза, поэтому за 11 лет величина упомянутого показателя увеличилась в 2,5 раза – причём это объясняется преимущественно (на 62%) расширением экспорта фанеры. Однако величина относительной доли России в мировом годовом объёме производства фанеры начала увеличি-

ваться только с 1998 г., так что в период 1998–2006 гг. она возросла с 1,7 до 3,5% (табл. 2).

использованием клеёв повышенной водостойкости. Её применяют в качестве конструкционного материала

Таблица 2

Показатель	Величина показателя в рассматриваемом году							
	1997	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Объём производства, тыс.м ³	972,0	1324,0	1484,0	1590,0	1821,0	1978,0	2233,0	2598,0
Объём экспорта, тыс.м ³	614,0	916,0	977,0	1020,0	1139,0	1313,0	1438,0	1577,0
Относительный темп роста годового объёма производства, %/год	3,5	20,2	12,1	7,1	14,5	8,6	12,9	16,3
Относительный темп роста годового объёма экспорта, %/год	-8,5	23,8	6,7	4,4	11,7	15,3	9,5	9,7
Относительная доля в мировом годовом объёме производства, %	1,85	2,45	2,55	2,91	3,06	2,89	3,30	3,50

Анализ состава годового объёма экспорта фанеры из России в физическом выражении показывает, что отечественные предприятия предлагают в основном необлагороженную продукцию, т.е. товары без добавленной стоимости. Кроме того, в годовом объёме экспорта доминирует продукция форматом 1525×1525 мм (около 62%), не пользующаяся спросом. Поэтому отечественные фанерные предприятия в кратчайшие сроки должны решить эти задачи – во избежание убыточного для них сокращения экспорта.

По имеющимся данным, в России в 2004–2006 гг. в связи с реконструкцией имеющихся и пуском новых мощностей по производству фанеры наметился рост объёма выработки продукции большого формата. Так, годовой объём производства фанеры форматом 1525×3050 мм увеличился в 33 раза (на 26700 м³). Предполагают, что за ближайшие три года благодаря пуску новых мощностей величина годового объёма выпуска фанеры этого формата возрастёт примерно на 100 тыс.м³. Таким образом, ситуация с форматом экспортруемой фанеры нормализуется.

Экспортруемая из России фанера марки ФК характеризуется средним, а марки ФСФ – повышенным уровнем показателя водостойкости. Фанеру марки ФК можно без ограничений использовать в производстве мебели и как конструкционный материал в условиях малоагрессивной внешней среды.

31% годового объёма производства фанеры общего назначения в России приходится на фанеру марки ФСФ. Преимущественно это большеформатная фанера, полученная с

и соответствующего стимулирования субъектов разработки новых продуктов. Этапы достижения поставленных целей: регистрация веществ в центральной базе данных; оценка отдельных веществ; авторизация наиболее вредных из них; запреты и ограничения на производство и использование химикатов, образующие так называемую сеть безопасности. Новая система основана на управлении рисками, связанными с веществами, содержащимися в химических соединениях, а в отдельных случаях – и в изделиях.

Согласно Регламенту в управляемой Европейским химическим агентством базе данных регистрируют все вещества, изготавливаемые в ЕС или ввозимые на его территорию в количестве не менее 1 т/год на производителя или импортера. Регистрация служит для документирования оценки безопасности вещества и ис-

Таблица 3

Марка фанеры	Величина годового объёма выработки фанеры (м ³) формата, мм				Всего фанеры, м ³
	1525 × 1525 (и меньше)	1830 × 1525	2440 × 1220	1525 × 3050	
ФК	1531939	82900	Нет	Нет	1734491
ФСФ	46000	Нет	738416	151500	1028916
ФК и ФСФ	1577939	82900	738416	151500	2763407

Для выработки атмосферостойкой фанеры применяют фенолоформальдегидные смолы (ФФС). Они токсичны, и их производство экологически опасно. Поэтому, чтобы защититься от вредного влияния химических веществ на окружающий мир, человек возводит определённые правовые барьеры. Один из них, в отношении фанерной продукции, – регламент REACH по химическим веществам № 1907/2006, вступивший в силу 01.06.2007 г. Он обязателен для выполнения всеми странами – членами ЕС, производящими химические вещества, а также странами, экспортующими соответствующую продукцию в страны ЕС. Регламент накладывает новые обязательства и на последующих потребителей химикатов.

Аббревиатура REACH означает регистрацию (Registration), оценку (Evaluation) и авторизацию (Authorization) химикатов (of Chemicals). Цель регламента REACH – обеспечить высокий уровень здравоохранения и охраны окружающей среды на всей территории стран ЕС путём установления высоких требований в отношении безопасности продукции

пользованных при этом данных. Во избежание ненужных тестов Химическое агентство проводит оценку необходимости предложенных регистратором тестов. Кроме того, оно вместе с властями стран ЕС ежегодно оценивает риски отдельных веществ. На использование особо опасных веществ запрашивают разрешение.

Производитель или импортёр вещества должен провести оценку безопасности его изготовления и применения с учётом цели использования вещества, данные о которой предоставляет потребитель. Производитель отражает результаты оценки безопасности в паспорте безопасности.

Новое Химическое агентство ЕС будет находиться в Хельсинки. Оно будет управлять системой REACH и поддерживать национальные власти в технических и научных вопросах, связанных с выполнением Регламента. В задачи Агентства входят: принятие регистраций, поддержание различных баз данных, информирование. Персонал Агентства будет состоять из представителей всех стран ЕС.

Регламент REACH будет входить в компетенцию финляндского Агентства по контролю за продукцией, благосостоянию и здравоохранению (STTV) и Экологического центра Финляндии (SYKE). Эти органы создают также справочную службу по вопросам REACH.

Имея в виду новый регламент REACH по химическим веществам, ЦНИИФ, СПГЛТА и другие отечественные научно-производственные объединения и предприятия направляют свои усилия на исследование и разработку новых видов синтетических смол и клеёв на их основе, на развитие и освоение современных технологий производства фанеры, обеспечивающих выработку продукции в соответствии с требованиями европейского законодательства. Накоплен положительный опыт работы в этом направлении.

В настоящее время значительно снизился объём спроса со стороны рынка стран ЕС и США на водостойкую фанеру российского производства, изготавляемую с использованием фенолоформальдегидных смол. Эти страны предпочитают импортировать фанеру, изготовленную с использованием меламиноформальдегидных смол (МФС), – экологически чистую, водо- и атмосферостойкую продукцию.

В России нет производств фанеры на МФС. В 2005 г. в небольших количествах её начали осваивать на Жешартском ФК. Меламин – исходное сырьё для синтеза МФС – отечественная промышленность не выпускает. Из-за недоступности сырья МФС дороги.

МФС достаточно хорошо изучены. Их применяют в качестве клеёв, связующих в производстве древесностружечных плит (ДСП), лаков и эмалей. В связи со спросом на облицованную древеснoplитную продукцию МФС используют для изготовления бумажно-смоляных плёнок повышенного качества. Производство последних требует стабильных при хранении растворов МФС.

В ООО “ЦНИИФ” выполнены поисковые работы по изучению стабильности растворов МФС при хранении. Реакция меламина с формальдегидом подчиняется закономерностям общего кислотно-основного катализа, причём величина pH определяет не только величину скорости реакции, но и структуру образующейся смолы.

Механизм стабильности растворов МФС при хранении включает различные процессы, одновременно происходящие в растворе смолы определённой степени конденсации. Стабильные при хранении МФС можно получить только при строго определённых условиях. В процессе хранения при температуре 20–25°C эти прозрачные жидкости превращаются в мутные гели, а затем становятся твердообразными. При нагреве такие гели и массы снова становятся прозрачными.

Результаты проведённых в ЦНИИФ исследований позволили разработать технологию синтеза стабильных низкотоксичных МФС и клеёв на их основе. Величины показателей качества МФС таковы: внешний вид – бесцветная однородная прозрачная жидкость; относительное массовое содержание сухого остатка – 60–66%, а свободного формальдегида – 0,3%; показатель условной вязкости по вискозиметру ВЗ-246 после изготовления – 40–90 с; продолжительность периода протекания процесса желатинизации при 100°C с 1% – NH_4Cl – 45–70 с; показатель жизнеспособности – 90 сут.

Установлено, что МФС можно получать на обычном для цеха смол оборудования, а клей на основе МФС можно приготовлять в обычных смесителях. Освоение производства МФС не требует дополнительного оборудования и капитальных затрат. Оно позволит исключить из обычного технологического процесса синтеза водостойких смол высокотоксичный фенол и, как следствие, ликвидировать на деревообрабатывающих предприятиях участки по приемке фенола и его хранению при температуре 42–50°C, а также обусловит улучшение экологических показателей окружающей среды – из-за исключения выбросов в атмосферу высокотоксичных газов, а также сточных вод; по показателю токсичности (степени вредного воздействия на организм человека) меламин на порядок лучше фенола.

Опытную партию МФС испытали при получении берёзовой фанеры. Из шпона толщиной 1,5 мм собирали пакеты и склеивали их по одному и по несколько штук в одном промежутке пресса. Клей состоял из 100 мас.ч. МФС и 1 мас.ч. хлористого аммония (отвердителя). В результате проведения эксперимента установлено: для получения фанеры толщиной

8 мм и более пакеты шпона необходимо склеивать по одному, а толщиной до 8 мм – пакеты можно склеивать по нескольку штук сразу.

Анализ результатов физико-механических испытаний опытной партии фанеры показал: для получения фанеры толщиной 4 мм величина продолжительности выдержки пакетов шпона в прессе должна составлять 8–9 мин, толщиной 12 мм – 7–8 мин, толщиной 18 мм – 13–15 мин. При этом достигаются высокие уровни физико-механических показателей как фанеры, вымоченной в воде в течение 24 ч, так и фанеры, кипячёной в воде в течение 3 и 6 ч.

Разработка и освоение технологии производства МФС и клеёв на её основе позволяют предприятиям лесопромышленного комплекса (ЛПК) России: производить экологически чистые, безопасные древеснoplитные материалы повышенной водо- и атмосферостойкости для строительства, транспорта и производства мебели; сократить величину продолжительности склеивания (в сравнении с величиной того же показателя при использовании ФФС – примерно в 1,2 раза), а также затраты теплоты на производство фанеры; уверенно конкурировать на рынке высоководостойкой фанеры с другими странами.

Дороговизна и дефицит меламина обуславливают актуальность исследования возможности его частичной замены в процессе синтеза смол более дешёвыми (но при этом технически допустимыми и экологически безопасными) компонентами.

В ОАО “Уралхимпласт” смолы подобного типа находятся на стадии освоения на рынке. Разработана новая меламинокарбамидоформальдегидная смола (МКФС) марки МКФ-1 для производства малотоксичной фанеры. Она характеризуется следующими величинами основных показателей качества: внешний вид – однородная суспензия от белого до светло-жёлтого цвета без механических включений; относительное массовое содержание сухого остатка – 64–68%, а свободного формальдегида – не более 0,2%; показатель условной вязкости по вискозиметру ВЗ-246 (сопло 4 мм) – 60–90 с; показатель концентрации ионов водорода (pH) – 8,5–9,5; продолжительность желатинизации при 100°C с 1% NH_4Cl – 50–70 с; продолжительность срока хранения изготовленно-

го продукта – 28 сут.; предел прочности при скальвании по kleевому слою фанеры после кипячения в воде в течение 1 ч – не менее 1,6 МПа.

Анализ результатов лабораторных испытаний образцов смолы МКФ-1 на отечественных фанерных предприятиях показал следующее. Величины показателей прочности фанеры соответствуют требованиям ГОСТ 9624–93. Величины показателя выделения формальдегида из продукции, определённые по EN 717-2:1994 “Определение выделения формальдегида газоаналитическим методом”, находятся в диапазоне 0,1–2,8 мг·м²/ч, что соответствует требованиям к фанере класса Е1.

Известно применение МКФС в качестве связующих и клеёв для производства древесных плит и клеёных деревянных конструкций, а в последние годы наметилась тенденция к использованию этих смол для производства фанеры повышенной водостойкости. Для получения МКФС применяли формалин. Рост объёмов производства карбамидоформальдегидного концентратса (КФК) в России позволяет расширить использование этого продукта при синтезе упомянутых смол.

В ООО “Икс ДМХ” изучили последнюю проблему и установили системный подход к синтезу МКФС.

Существуют две группы рецептур для получения МКФС с использованием КФК: без добавления карбамида и с добавлением его в реакционную смесь.

Для первой группы рецептур МКФС получено выражение для определения величины относительного содержания меламина в смоле. По нему видно, что введение добавок (модификатора, его водного раствора) уменьшает величину относительного содержания меламина в смоле. Увеличение уровня относительного массового содержания сухого остатка способствует увеличению уровня относительного содержания меламина в смоле. Получена характеристика влияния добавок и сухого остатка на возможные рецептуры МКФС. Она показывает, что максимальная возможная величина относительного содержания меламина в смоле составляет около 37% (при равенстве величины массового содержания добавок 0,2 величины суммарной массы аминов).

Для второй группы рецептур МКФС составлено выражение, по

которому величину относительного содержания меламина в смоле можно определять для любого числа добавок.

Всю совокупность типов МКФС можно разделить на три группы: пропиточная смола для производства декоративных бумажно-смоляных плёнок, характеризующаяся высоким уровнем относительного содержания меламина (28%) и сухого остатка (59%); смола для производства фанеры повышенной водостойкости, характеризующаяся пониженным уровнем относительного содержания меламина (17%) и высоким уровнем относительного содержания сухого остатка (70%); смола для производства ДСП, характеризующаяся низким уровнем относительного содержания меламина (8%) и высоким уровнем относительного содержания сухого остатка (75%). Все смолы содержат модифицирующие добавки – величины их относительного содержания в смоле находятся в диапазоне 10–20%.

Выполненная работа позволяет расчёты путём, не проводя синтеза МКФС, определить перечень производственно перспективных рецептур. В данной работе установлена зависимость токсичности плитных материалов от комплекса мольных соотношений для разных рецептур МКФС. В практическом плане разработана МКФС на основе КФК для производства водостойких ДСП и фанеры. Смола хорошо смешивается с водой – из-за введения специального модификатора.

Отечественная фанерная подотрасль стремится учитывать требования стран ЕС к безопасности, водоне- и атмосферостойкости древесноплитных материалов, поставляемых на рынки этих стран. Однако пока значительная часть фанерырабатывается в России с использованием КФС и потому характеризуется лишь средней величиной показателя водостойкости (по уровню показателя эмиссии формальдегида эта фанера соответствует требованиям класса Е1).

ОАО “Акрон” традиционно поставляет для производителей фанеры упомянутые смолы марок КФ-МТ-15, КФ-ЕС(Ф) и др. Снижения уровня содержания формальдегида в готовой продукции можно достичь путём использования смол с пониженным конечным мольным отношением формальдегида к карбамиду или

путём введения в смолы специальных добавок – акцепторов, связывающих свободный формальдегид. Изготовление низкомольных смол – в целях сохранения высоких уровней физико-механических показателей – требует соответствующего изменения технологии синтеза смол и ужесточения требований к качеству исходного сырья.

В этом направлении на предприятии организовано производство низкометанольного формалина и КФК. На их основе синтезированы смолы КФ-1, КФ-2 и КФ-3 для производства фанеры – они характеризуются тем, что величина относительного массового содержания сухого остатка составляет 64–70%, а свободного формальдегида – не более 0,15%.

КФС, синтезированные на основе низкометанольного формалина или КФК, поставляют и предприятиям по производству ДСП и МДФ. Для этих производств предпочтительны смолы на основе низкометанольного формалина: они более реакционноспособны и быстрее отверждаются. Кроме того, из-за изменчивости химического состава партий КФК труднее стабилизировать режимы синтеза смол.

Проведение процессов по синтезу смол с использованием концентрированного низкометанольного формалина затруднено следующим: мал срок хранения; происходит разложение формалина с выделением муравьиной кислоты; необходимо поддерживать повышенные величины температуры (65–75°C) при хранении названного продукта; высокая скорость протекания реакции поликонденсации с карбамидом затрудняет контроль над ней. В процессе хранения смолы из низкометанольного концентрированного формалина быстрее становятся слишком вязкими.

Накопленный опыт синтеза смол по новой технологии (с использованием различного формальдегидодержащего сырья) для производства древесных плит можно использовать для изготовления соответствующих смол для предприятий фанерной подотрасли в целях получения фанеры с улучшенными физико-механическими и экологическими показателями.

Есть успехи в деле разработки и организации промышленного производства экологически чистого химического реагента комплексного

действия, получаемого из растительного сырья. Окисленный крахмальный реагент ОКР-4 испытывали в качестве модификатора в составе связующего на основе КФС в производстве ДСП с целью исследования возможности частичной замены и, следовательно, сокращения расхода этого связующего. Реагент другой модификации – ОКР-4Ф – был предложен для использования в качестве добавки к ФФС для производства фанеры.

В промышленных условиях были выработаны партии фанеры с разными (5–50%) уровнями относительно го содержания ОКР-4Ф в смоле СФЖ-3013. Образцы полученной фанеры были подвергнуты физико-механическим испытаниям. Анализ результатов их проведения показал, что величина предела прочности при скальвании по клеевому слою фанеры после кипячения в воде в течение 1 ч во всех случаях превышала нормативный уровень этого показателя. И после проведения более жёстких испытаний (кипячения в воде в течение 6 ч) величина этого показателя была больше нормативного уровня. Это позволило обоснованно сократить в 1,2–1,25 раза расход смолы в производстве фанеры марки ФСФ и обусловило снижение годовой суммы штрафа за выброс вредного газа при синтезе смолы, а также уровня вредного воздействия фенола на окружающую среду.

В ближайшие годы фанерная подотрасль деревообрабатывающей промышленности должна значительно увеличить объём экспорта в страны ЕС экологически чистой, водно- и атмосферостойкой древесноплитной продукции. ФФС и клей на их основе, которые использует отечественная промышленность, не позволяют изготавливать фанеру, отвечающую ужесточающимся требованиям к экспортной продукции. Это положение может ещё больше усугубиться в связи с появлением регламента REACH по контролю за химическими веществами в странах ЕС.

В России до сих пор не решён воп-

рос создания водо- и атмосферостойких безопасных смол и их освоения в промышленности, т.е. не решена проблема разработки и синтеза МФС (и получения kleёв на их основе), а также последующего комплексного освоения соответствующей технологии в производстве. По нашему мнению, всё это можно осуществить только под непосредственным контролем и при участии ЦНИИФа, специалисты которого имеют неоспоримый опыт в решении любых технологических и технических проблем фанерного производства. И хотя в современных условиях ведения хозяйства каждое предприятие самостоятельно, решение этой актуальной проблемы будет успехом всего ЛПК России.

Качество фанерной продукции, полученной с использованием клея любого вида, зависит от технологии. В ЦНИИФе выполнены исследования по повышению качества фанеры и её выхода – в частности, при склеивании пакетов шпона kleem на основе КФС при температуре ниже 100°C с установлением рецептуры kleёв и режимов склеивания.

При исследовании возможности снижения величины температуры без увеличения продолжительности склеивания испытывали различные kleевые композиции повышенной реакционной способности. Был принят комбинированный отвердитель, состоящий из сернокислого алюминия, хлористого аммония и азотнокислого аммония, которые сохраняли жизнеспособность kleя.

Анализ результатов исследования процесса желатинизации kleя с комбинированным отвердителем показал: при величине температуры kleя, равной 80°C, его отверждение происходит за 115–123 с, что достаточно для образования прочного kleевого соединения. Период протекания при этих условиях процесса желатинизации kleя с хлористым аммонием в 2 раза продолжительнее. Для определения минимально необходимой величины продолжительности склеивания при температуре 92–98°C бы-

ли получены кривые прогрева пакетов толщиной 13,5–32,0 мм до момента достижения величины температуры в середине пакета, равной 80°C, т.е. момента окончания процесса отверждения kleя.

На основании полученных данных определён режим склеивания шпона при пониженной температуре, а результаты физико-механических испытаний получаемой таким образом фанеры свидетельствуют об её соответствии требованиям стандарта.

ЦНИИФом также разработана технология изготовления осиновой фанеры, не уступающей по показателю прочности берёзовой фанере, – повышение уровня прочности осиновой фанеры достигается путём уплотнения осинового шпона термомеханическим методом. Уплотнение сухого шпона можно осуществить его прокатом между нагретыми валяками или сжатием плитами пресса. Таким же образом уплотняли и сосновый шпон.

Традиционно с сообщениями по оборудованию для фанерщиков выступили представители ОАО "Пролетарская свобода", ОАО "Астек", ООО "Форитех" и др.

* * *

III международная конференция, организованная ЦНИИФом, рассмотрела новый регламент ЕС по химическим веществам – REACH, который установил более жёсткие требования в отношении продукции, содержащей вредные для здоровья человека вещества. Теперь отечественные фанерные предприятия должны своевременно принять меры для обеспечения соответствия их экспортной продукции требованиям упомянутого регламента ЕС. Конференция рассмотрела обеспечивающие предложения отечественных и зарубежных представителей предприятий, изготавливающих смолы и kleи, – предложения, способствующие решению проблемы, главной на данный момент для всей фанерной подотрасли деревообрабатывающей промышленности.

**Редакция журнала поздравляет тружеников лесного комплекса
с Днём работников леса – 21 сентября**

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ ПО СМЫКАНИЮ ПЛИТ КРУПНОФОРМАТНЫХ ПРЕССОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДСП

С.М. Плотников, канд. техн. наук – Сибирский государственный технологический университет

Величина скорости смыкания плит пресса периодического действия после загрузки в него стружечного пакета ограничена предельно допустимым значением скорости воздушного потока, выходящего из межплитного пространства. Этот поток способен разрушить не только мелкоструктурную поверхность стружечного пакета, но и сам пакет. Поэтому продолжительность периода смыкания плит прессов приходится увеличивать, что снижает не только производительность оборудования, но и качество изготовленной плиты: нижняя сторона стружечного пакета (до его прессования) и готовой плиты (после прессования пакета) контактирует с горячей поверхностью прессовальной плиты дольше, чем верхняя сторона, что обуславливает, в частности, покоробленность готовой плиты.

Скорость выдувания воздуха из межплитного пространства пресса зависит от объёма воздуха в этом пространстве $V = BLh$ и площади S поверхности, через которую этот воздух выходит $s = 2(B + L)h$. Тогда скорость воздушного потока v_x между прессовальной плитой и стружечным пакетом равна:

$$v_x = \frac{BLh}{2(B + L)h} \frac{v_y}{y}, \quad (1)$$

где h , y – соответственно начальное и текущее расстояние между прессовальной плитой и верхней поверхностью стружечного пакета, м;

L, B – соответственно длина и ширина исходного стружечного пакета, которые с достаточной степенью точности можно считать равными длине и ширине плит пресса, м;

v_y – скорость смыкания плит пресса, м/с.

Обозначим математический комплекс $BL/2(B + L)$ буквой “ α ”:

$$\alpha = \frac{BL}{2(B + L)}. \quad (2)$$

Максимальное значение α имеем при $B = L$, т.е. при квадратной форме прессовальных плит: $\alpha_{\max} = 0,25\sqrt{S}$. Чем сильнее форма прессовальных плит отличается от квадрата, т.е. чем сильнее вытянуты плиты, тем меньше значение α , тем меньше величина скорости выдувания воздуха v_x при той же величине скорости смыкания плит пресса v_y . Удобнее оперировать с таким распространённым техническим параметром, как площадь прессовальных плит S , поэтому целесообразно ввести коэффициент длины n , представляющий собой отношение длины прессовальной плиты к её ширине: $n = L/B$. Тогда

$$\alpha = \frac{\sqrt{n}}{2(n+1)} \sqrt{S}. \quad (3)$$

В таблице представлены значения n и α крупноформатных прессов для изготовления древесных плит.

Марка пресса	L и B , мм	S, m^2	n	α, m
ПР-6, Д-4743Б (Россия)	3700 x 2000	7,40	1,85	0,65
Д-4744 (Россия)	3800 x 2100	7,98	1,81	0,68
Zemak PH-3PW4000 (Польша)	2000 x 1350	2,70	1,48	0,40
Rauma-Repolia 2600KP (Финляндия)	5700 x 2100	11,97	2,71	0,77
Motala (Финляндия)	7320 x 2440	17,80	3,00	0,91
Valmet (Финляндия)	5700 x 3000	17,10	1,90	0,98
Siempelkamp (Германия)	3650 x 2000	7,30	1,82	0,65
Diffenbacher (Германия)	5620 x 2230	12,53	2,52	0,80
Bekker van Hüllen (Германия)	3650 x 1750	6,38	2,08	0,59
Filman (Швеция)	3700 x 2000	7,40	1,85	0,65
HSP-1700/25-10 (Чехия)	3700 x 2000	7,00	1,85	0,65

У большинства распространённых в России прессов значение α близко к 0,65 м.

Сопоставительный анализ выражений (1), (2) и (3) показывает:

$$v_x = \frac{\sqrt{n}}{2(n+1)} \sqrt{S} \frac{v_y}{y}. \quad (4)$$

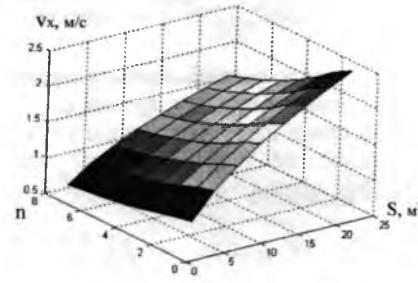


Рис. 1. Двумерное представление зависимости скорости выдувания воздуха из межплитного пространства v_x от площади прессовальных плит S и коэффициента длины n – при $v_y = 0,04 \text{ м/с}$, $y = 0,02 \text{ м}$

На рис. 1 приведено двумерное представление зависимости скорости выдувания воздуха v_x из межплитного пространства пресса от площади прессовальных плит S и коэффициента длины n – при $v_y = 0,04 \text{ м/с}$ и $y = 0,02 \text{ м}$.

Прессовальные плиты можно смыкать по-разному:

- с постоянной скоростью в течение всего периода смыкания;
- ступенчато снижать скорость

смыкания по мере сближения плит, как это делается в многопролётных прессах фирмы Motala;

– плавно снижать скорость смыкания по какому-либо закону.

Можно также устанавливать минимальную величину просвета меж-

ду плитами при их размыкании – при этом способ смыкания плит пресса не имеет особого значения, однако для многоэтажных прессов значительно усложняется механизм одновременного закрытия пресса.

Скорость выдувания воздуха из межплитного пространства при закрытии пресса с постоянной скоростью изменяется во времени t по следующему закону:

$$v_x(t) = \frac{\sqrt{S}}{t_c} e^{-\frac{t}{t_c}},$$

где t_c – продолжительность периода смыкания плит пресса, с.

Подставив в это выражение $t = t_c$, получаем (с учётом того, что $v_x(t_c) = v_{x \text{ доп}}$):

$$t_c = \frac{\sqrt{S}}{v_{x \text{ доп}}},$$

где $v_{x \text{ доп}}$ – максимально допустимая величина скорости выходящего из межплитного пространства воздушного потока, м/с.

Например, при $S = 9 \text{ м}^2$, $h = 0,1 \text{ м}$ и $v_{x \text{ доп}} = 0,5 \text{ м/с}$ величина t_c составляет 16,3 с [$2,718 (\sqrt{9}/0,5)$], а $v_{y \text{ доп}} = h/t_c = 0,1/16,3 = 0,0061 \text{ м/с}$.

Величину t_c можно значительно уменьшить, если в течение всего периода закрытия пресса величину v_x поддерживать на уровне $v_{x \text{ доп}}$, обеспечивая снижение v_y во времени по экспоненциальному закону [1]:

$$v_y(t) = v_{y \text{ доп}} e^{-\frac{v_{x \text{ доп}}(t_c - t)}{\sqrt{S}}}, \quad (5)$$

где $v_{y \text{ доп}}$ – скорость перемещения плиты пресса в момент её соприкосновения с прессуемым материалом (скорость схлопывания), м/с;

t_c – продолжительность периода смыкания плит пресса при перемещении прессовальной плиты по экспоненциальному закону, с.

В [1] показано, что

$$t_c = \frac{\sqrt{S}}{v_{x \text{ доп}}} \ln \left(1 + \frac{h}{\sqrt{S}} \cdot \frac{v_{x \text{ доп}}}{v_{y \text{ доп}}} \right). \quad (6)$$

Используя формулы (5) и (6), можно получить начальную скорость смыкания плит пресса:

$$v_y(0) = v_{y \text{ доп}} + \frac{h}{\sqrt{S}} v_{x \text{ доп}} \quad (7)$$

и увидеть, что конечная скорость смыкания плит пресса

$$v_y(t_c) = v_{y \text{ доп}}.$$

На рис. 2 представлены величины t_c при перемещении прессовальной плиты по линейному закону (т.е. с постоянной скоростью) и графики зависимости t_c от $v_{y \text{ доп}}$ при перемещении прессовальной плиты по экспоненциальному закону – для $S = 9 \text{ м}^2$ и $h = 0,1 \text{ м}$.

Для условий предыдущего примера при $v_{y \text{ доп}} = 0,0061 \text{ м/с}$ по формуле (6) получаем, что $t_c = 7,9 \text{ с}$, т.е. $t_c/t_c = 2,07$. Выигрыш во времени составляет $16,3 - 7,9 = 8,4 \text{ с}$, что при продолжительности цикла прессования 240 с означает повышение производительности пресса на 3,5% исходного уровня. $v_{y \text{ доп}}$ ограничена динамическими нагрузками на пресс и прессуемый материал, и при её увеличении может быть получен ещё больший выигрыш во времени смыкания плит пресса.

Обеспечить закрытие пресса по закону, близкому к экспоненциальному, можно путём введения в систему управления величиной v_y отрицательной обратной связи по величине v_x [2]. При этом не требуются специальные устройства для контроля толщины исходных стружечных пакетов (так как v_x зависит от толщины прессуемого материала), однако для измерения величин скорости воздушного потока необходим анемометр, который устанавливают у края подвижной прессовальной плиты.

Толщина загружаемых в многоэтажный пресс пакетов может меняться в несколько раз, поэтому скорость выдувания воздуха v_x неодинакова для разных этажей, и для этажей с пакетами наибольшей толщиной величина v_x в конце периода смыкания плит пресса может превышать предельно допустимые значения. В этом случае анемометры устанавливают на каждом этаже пресса [3]. Из их выходных сигналов электронным блоком выборки максимума выделяется наибольший сигнал, по которому регулируется величина v_y . Таким образом, регулирование осуществляется по величи-

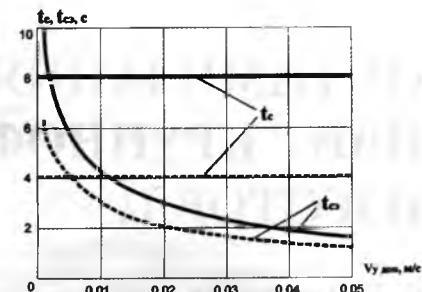


Рис. 2. Продолжительность периода закрытия пресса при смыкании плит по экспоненциальному (t_c) и линейному (t_c) закону:

сплошная линия – $v_{x \text{ доп}} = 1 \text{ м/с}$; штриховая линия – $v_{x \text{ доп}} = 2 \text{ м/с}$

не v_x этажа с наиболее толстым исходным стружечным пакетом за цикл прессования. На остальных этажах пресса величина v_x будет меньше.

Так как величину v_x невозможно измерить точно, величину v_y можно изменять по другому принципу, в котором используется задающая экспоненту, получаемая в специальном электронном блоке [4]. В соответствии с формулой (7) начальная скорость смыкания плит пресса $v_y(0)$ зависит от h , поэтому для формирования задающей экспоненты необходимо измерять величины толщины загружаемых в пресс стружечных пакетов.

Трудность обеспечения снижения v_y во времени по экспоненциальному закону заключается в том, что необходимо быстро разогнать стол пресса до достижения величины скорости стола, в несколько раз превышающей величину его скорости при перемещении стола по линейному закону. Технически данную задачу можно решить, используя вспомогательные гидроцилиндры или аккумуляторы с низким давлением в гидросистеме пресса [5].

Выводы

Наибольшей величиной скорости выдувания потока воздуха из межплитного пространства v_x характеризуются прессы с плитами большой площади, по форме близкими к квадрату ($n = 1$). Чем меньше ширина плиты пресса (при той же площади), тем быстрее можно проводить его закрытие при той же величине v_x .

Обеспечение перемещения прессовальных плит по экспоненциальному закону – наиболее простой и дешёвый способ интенсификации

закрытия пресса. Воплощение этого способа обуславливает – без существенного изменения технологии и серьёзных капитальных вложений – возрастание производительности линий по производству древесных плит на 2–5% в зависимости от продолжительности цикла прессования. Преимущества данного способа ускорения операции по закрытию пресса особенно значительны при прессовании крупноформатных ДСП с мелкоструктурной поверхностью.

Список литературы

1. Плотников С.М., Лурье М.С. Интенсификация смыкания плит пресса // Изв. вузов. Лесной журнал. – 1989. – № 5. – С. 67–71.
2. А.с. 1337262 СССР, МПК В 27 N 3/08. Способ прессования древесностружечных плит / С.М.Плотников; Заявитель и патентообладатель Сибир. технолог. ин-т. – Заявка № 4066588; Опубл. 15.09.1987. Бюл. № 34.
3. А.с. 1442413 СССР, МПК В 27 N 3/20. Многоэтажный пресс для изготов-

ления древесностружечных плит / С.М.Плотников; Заявитель и патентообладатель Сибир. технолог. ин-т. – Заявка № 4168557; Опубл. 07.12.1988. Бюл. № 45.

4. А.с. 1523351 СССР, МПК В 27 N 3/20. Пресс для изготовления древесностружечных плит / С.М.Плотников, М.С.Лурье; Заявитель и патентообладатель Сибир. технолог. ин-т. – Заявка № 4377264; Опубл. 23.11.1989. Бюл. № 43.

5. Гулиев В.Г. Оборудование для прессования древесноволокнистых плит. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 56 с.

УДК 674.047:658.62.018

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ С УЧЁТОМ ИЗМЕНЧИВОСТИ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА И СРЕДЫ

Е.А. Пинчевская – Национальный аграрный университет Украины

Один из важных технологических процессов обработки древесины – её сушка. В настоящее время наибольшее распространение получил конвективный способ сушки. Для него характерна довольно большая величина продолжительности периода проведения процесса, что вынуждает применять режимы, обеспечивающие достижение минимально возможной величины продолжительности сушки при сохранении уровня качества высушиваемого материала. Экспериментальное исследование этого процесса требует больших затрат времени и средств, поскольку велика вероятность получения брака. В связи с этим целесообразно проведение предварительной оценки разброса величин конечной влажности пиломатериалов по штабелю – на основе представления сушки пиломатериалов случайным процессом и его моделирования с учётом изменчивости свойств древесины и сушильного агента.

С учётом вышеизложенного при прогнозировании уровня качества сушки рационально использование модели со случайными начальными и граничными условиями. Решение этой задачи в виде моментных уравнений для математического ожидания и дисперсии величин конечной влажности пиломатериалов по штабелю было получено М.Н.Феллером [1]. Для обеспечения возможности практически использовать эти уравнения надо экспериментально определять значение дисперсии величин коэффициента влагопроводности d_a , начальной влажности пиломатериалов d_{W_h} , коэффициента влагообмена d_α и равновесной влажности древесины d_{W_p} . В настоящее время затруднено только определение изменчивости коэффициента влагопроводности: в литературе указаны лишь средние значения этого параметра без данных по разбросу, причём для ограниченного числа пород. Поэтому этот параметр был принят детерминированным.

Таким образом, алгоритм расчёта значений дисперсии величин конечной влажности пиломатериалов d_{W_k} характеризуется следующей формулой [2]:

$$d_{W_k}^{(n)} = \left(\frac{W_{\text{пер}}^{(n)} - W_p^{(n)}}{W_{\text{пер}}^{(n-1)} - W_p^{(n)}} \right)^2 d_{W_p}^{(n-1)} + d_{W_p}^{(n)}, \quad (1)$$

- где n – индекс ступени режима;
 $W_{\text{пер}}^{(n)}$ – переходная, или текущая влажность на n -й ступени режима;
 $W_{\text{пер}}^{(n-1)}$ – переходная влажность на предыдущей ступени режима, для начальных условий $W_{\text{пер}}^{(n-1)} = W_h$ (W_h – начальная влажность материала);
 $W_p^{(n)}$ – равновесная влажность на n -й ступени режима;
 $d_{W_p}^{(n)}$ – дисперсия величин равновесной влажности на n -й ступени режима;
 $d_{W_p}^{(n-1)}$ – дисперсия величин текущей влажности на $(n-1)$ -й ступени режима (при $n=1$ равна дисперсии начальной влажности d_{W_h}).

Формула (1) была получена при решении известного уравнения влагопроводности, и входящие в неё значения переходной влажности древесины определяют по экспоненциальной кривой кинетики сушки. Для применения алгоритма при сушке в “водяных” камерах мы заменили уравнение для математического ожидания ранее полученным уравнением кинетики сушки с учётом введения источника влаги.

При расчёте предполагаемого значения d_{W_k} сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм были использованы фактические величины режимных параметров (температуры сушильного агента t_c , равновесной влажности W_p),

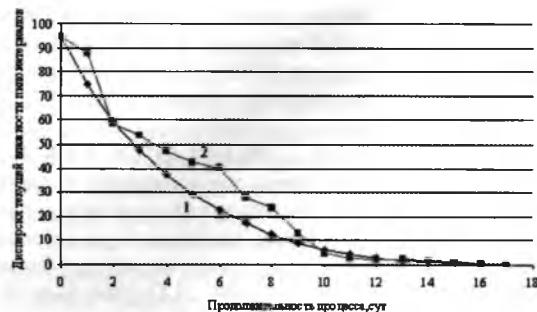


Рис. 1. Графики зависимости дисперсии величин текущей влажности древесины при сушке в камере Termolegno сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм от времени:

1 – расчётный; 2 – экспериментальный

обеспечиваемые в камерах Termolegno и Copcal, установленных в ОАО “Выдубичи” (Киев). На рис. 1 приведены графики зависимости дисперсии влажности древесины при сушке (в камере Termolegno) сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм от времени: расчётный (получен путём математической обработки теоретической кривой кинетики сушки) и экспериментальный.

Как видно, расхождение между полученными кривыми наблюдается на незначительном участке, что, по-видимому, связано с неточностью и небольшим количеством (6 шт.) замеров величин текущей влажности по штабелю по зондам влагомера. Вместе с тем такая погрешность не сказалась на конечном результате.

При расчёте дисперсии величин равновесной влажности были использованы результаты замеров фактических величин показателя температурного поля в камере Termolegno [3]:

$$d_{W_p}^n = \left(\frac{V_t^n W_p^n}{100\%} \right)^2, \quad (2)$$

где V_t^n – коэффициент вариации величин показателя температурного поля камеры на n -й ступени режима (%), полученный в результате обработки экспериментальных данных.

Величины V_t^n определяли по методике [4, 5]. Параллельно с измерением величин показателя температурного поля проводили замеры величин показателя аэродинамического поля камеры [6]. Всего было обследовано 14 камер (с горизонтальным и вертикальным кольцом циркуляции сушильного агента), установленных на предприятиях Украины. При этом диапазон фактических величин скорости циркуляции сушильного агента по штабелю пиломатериалов составил 0,37–3,27 м/с, а коэффициента вариации – 16,8–72,1%. Замеры величин скорости циркуляции сушильного агента по штабелю проводили в первой фазе процесса сушки, когда величина температуры сушильного агента не превышала 45°C.

Отмечена стойкая корреляционная зависимость – со значимой по t -критерию Стьюдента величиной коэффициента корреляции r (0,88) – между разбросом аэродинамического V_v и теплового V_t полей по штабелю пиломатериалов, которая описывается линейным уравнением

$$V_t = 0,25V_v - 2,85. \quad (3)$$

Температурное поле в камерах исследовали на протя-

жении всего процесса сушки (в начале периода – параллельно с измерением величин показателя аэродинамического поля). Анализ результатов замеров, приведённых в таблице, показывает: при изменении плотности сушильного агента с повышением его температуры уменьшается разброс величин температуры по штабелю пиломатериалов.

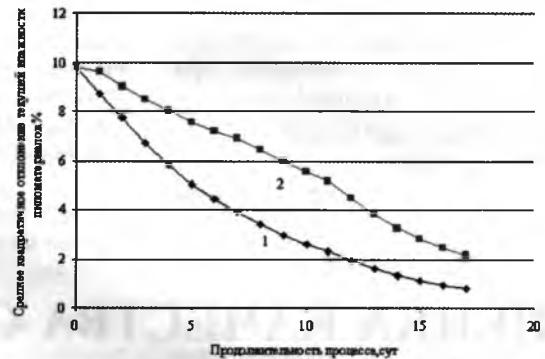


Рис. 2. Расчётные графики зависимости среднего квадратичного отклонения величин текущей влажности высушиваемых (от $W_u = 42,3\%$ до $W_k = 9,6\%$) сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм от времени для камер: 1 – Termolegno; 2 – Copcal

С некоторым приближением можно констатировать: для камер со средней скоростью циркуляции сушильного агента по штабелю V_{cp} в пределах от $> 1,0$ до $< 3,0$ м/с наблюдается повышение равномерности теплового поля в 1,2–1,4 раза при изменении среднего значения температуры сушильного агента t_{cp} в штабеле пиломатериалов в пределах от 30 до 80°C, а для камер с V_{cp} в пределах от 0,5 до 1,0 м/с равномерность теплового поля повышается в 2,7–3,3 раза при изменении t_{cp} в тех же пределах. Эти закономерности были использованы при получении представленного на рис. 1 расчётного графика зависимости $d_{W_{tip}}$ высушиваемых пиломатериалов от времени.

Проведённые исследования дают возможность определить изменчивость температурного поля камеры на протяжении всего периода сушки по замерам фактических величин показателя аэродинамического поля в начале этого периода, что не представляет трудностей.

На рис. 2 и 3 приведены расчётные графики зависи-

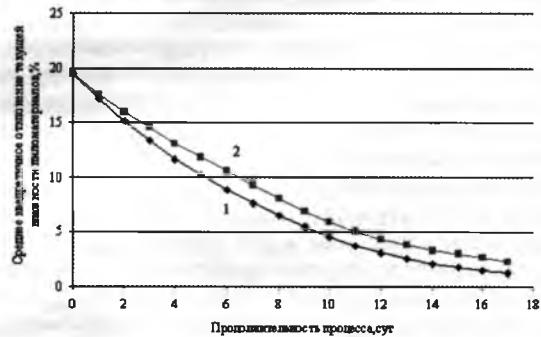


Рис. 3. Расчётные графики зависимости с.к.о. величин текущей влажности высушиваемых (от $W_u = 47,0\%$ до $W_k = 8,0\%$) сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм от времени для камер: 1 – Termolegno; 2 – Copcal

Тип камеры, тип вентиляторов	Фактическая v_{cp} по штабелю, м/с	Коэффициент вариации скорости циркуляции, %	Фактическая t_{cp} на входе в штабель, °C	Коэффициент вариации температуры, %
УЛ-2, осевые	2,29	40,7	38,3	6,20
			73,4	5,26
			93,6	4,43
	1,76	33,1	46,1	2,36
			88,1	2,15
			99,4	1,76
ACK, осевые	3,27	38,0	35,9	2,96
			53,8	2,50
			61,9	2,28
	2,14	40,6	40,7	7,10
			51,1	6,21
			62,0	5,13
КСМ-3, центробежный	1,33	16,8	47,1	2,63
			53,3	2,63
			58,4	2,16
	1,27	26,8	46,3	2,79
			53,6	2,44
			57,6	2,27
Termolegno, осевые	0,85	31,6	44,7	6,95
			50,6	3,73
			57,7	2,50
	0,52	55,6	61,8	2,28
			40,2	11,11
			50,6	4,12
Copcal, осевые	0,47	72,1	61,5	3,39
			41,8	15,20
			52,1	12,26
	0,81	44,9	60,6	9,62
			65,6	5,62
			42,4	9,56
Nardi, осевые	0,41	25,5	52,9	6,93
			57,3	6,27
			62,8	3,18
	0,37	42,7	46,2	3,21
			56,1	2,70
			63,4	1,28
СПЛК-2, осевые	0,57	36,4	40,7	8,65
			53,1	5,86
			64,3	2,65
	0,68	38,9	39,9	8,55
			53,6	5,14
			62,4	2,80

ности среднего квадратичного отклонения (с.к.о.) величин текущей влажности сосновых пиломатериалов (с различными значениями d_{Wn}) от времени – для камер Termolegno ($v_{cp} = 0,85$ м/с, $V_v = 31,6\%$) и Copcal ($v_{cp} = 0,47$ м/с, $V_v = 72,1\%$).

Изменение параметров режима для расчёта было принято в соответствии с экспериментальными данными, полученными при измерении величин показателей теплового и аэродинамического полей камер. Видно, что камера Termolegno, характеризующаяся более равномерным распределением скорости циркуляции сушильного агента по штабелю, предпочтительна, однако при высушивании в ней пиломатериалов с большим разбросом величин начальной влажности категория качества сушки снижается до второй [5]. Следует отметить, что степень

влияния неравномерности распределения параметров сушильного агента по штабелю проявляется в большей степени при более равномерных величинах начальной влажности поступающих на сушку пиломатериалов. Это ещё раз подтверждает рекомендации [4] о предпочтительности сортировки пиломатериалов по величине начальной влажности.

Влияние распределения аэродинамических полей сушилки на качество сушки зависит не только от того, насколько равномерно по штабелю воспроизводится режим сушки, но и от применяемого режима обработки. Рекомендуемые в литературе [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13] режимы сушки построены с учётом необходимости сохранения целостности материала. Они различаются по температуре и относительной влажности сушильного агента, а также по скорости удаления влаги из высушиваемого материала, определяемой градиентом сушки.

Анализ наиболее распространённых на Украине режимов сушки сосновых пиломатериалов показал: эти режимы имеют одинаковую тенденцию в отношении изменения температуры и относительной влажности сушильного агента в течение всего процесса сушки, различаясь между собой только по предлагаемому количеству изменений текущих параметров, т.е. ступеней.

Что же касается градиента сушки, то здесь есть различные варианты: имеются режимы с практически постоянным во времени градиентом, с переменным, с явно растущим градиентом, с явно падающим градиентом. Для сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм величина градиента сушки на протяжении всего процесса колебалась в пределах от 1,3 до 3,5. Величина практически постоянного во времени градиента составляла 2,2–2,4.

В соответствии с вышеописанной методикой было рассчитано ожидаемое значение с.к.о. величин конечной влажности сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм при сушке в камерах, различающихся по показателю равномерности распределения параметров сушильного агента по штабелю. При этом были использованы различные режимы сушки. Как один из наиболее мягких был рассмотрен режим, рекомендованный фирмой "Vanicek"

[13]. Кроме того, были проведены расчёты с использованием искусственно созданных режимов, построенных по рекомендациям [13] для диапазона величин температуры сушильного агента от 50 до 70°C с охватом различных градиентов сушки: постоянного во времени (величиной 2,3), растущего во времени (от 2,3 до 3,5) и падающего во времени (от 2,3 до 1,3).

Анализ результатов расчётов значений с.к.о. величин конечной влажности по партии сосновых пиломатериалов, различающихся по d_{Wn} , при высушивании в упомянутых камерах показал следующее. Высушивать сосновые пиломатериалы с небольшим разбросом величин начальной влажности в камере с лучшими аэродинамическими показателями можно путём обеспечения любого из рассмотренных режимов процесса сушки. При этом

можно ожидать, что уровень качества высушенных пиломатериалов будет соответствовать требованиям первой категории качества. В этом случае определяющим критерием при выборе режима может служить достичимость минимальной продолжительности процесса. При использовании камеры Copcal соответствие уровня качества высушенных пиломатериалов требованиям I категории может обеспечить самый щадящий режим [13] со значительной длительностью периода обработки.

При большом значении с.к.о. величин начальной влажности пиломатериалов высокое качество сушки в камере Termolegno могут обеспечить только два режима: режим с падающим градиентом и режим по [13]. При использовании камеры с плохой аэродинамикой достичь соответствия уровня качества высушенных пиломатериалов требованиям II категории качества возможно путём обеспечения режима с падающим градиентом.

Таким образом, подбирая режимы проведения процессов сушки конкретных материалов в камерах разных конструкций, можно достигать того или иного сочетания уровня качества высушенного пиломатериала и величины продолжительности периода проведения процесса.

Список литературы

1. Феллер М.Н., Пинчевская Е.А. О прогнозе качества сушки в конвективных лесосушилках // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2004. – № 1. – С. 54–55.
2. Феллер М.Н. Параболічні рівняння із випадковими коєфіцієнтами пов’язані з нескінченновимірними виразами // Тр.
3. Пинчевская Е.А. О совершенствовании конвективных лесосушилок с учётом изменчивости параметров среды // Материалы IV международного симпозиума “Строение, свойства и качество древесины–2004”. – СПб: СПГЛТА, 2004. – С. 505–508.
4. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1985. – 143 с.
5. Керівні технічні матеріали з технології камерного сушіння пиломатеріалів / За ред. проф. Білея П.В. – Львів: РВЦ УкрДЛТУ, 2003. – 72 с.
6. Пинчевська О.О. Щодо мінливості аеродинамічних та теплових полів лісосушарок // Світ меблів і деревини. – 2005. – № 4. – С. 40–42.
7. Селиогин Н.С. Сушка древесины. – Л.: Гослестехиздат, 1936. – 531 с.
8. Соколов П.В. Сушка древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1968. – 364 с.
9. ГОСТ 19773–84. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Режимы сушки в камерах периодического действия.
10. Cividini Rodolfo. Conventional kiln-drying of lumber. – Milan: Nardi S.p.A., 2001. – 64 S.
11. Руководство по эксплуатации сушильной установки фирмы “Ройек”. – Львов, 2003. – 38 с.
12. Руководство по эксплуатации сушильной установки фирмы “Copcal” Мод. 4001PGR, 1995. – 16 с.
13. Руководство по эксплуатации сушильных установок для древесины фирмы “Muhlbock-Vanicek”. – Харьков, 2007. – 15 с.

Лесдревмаш



12-я международная специализированная выставка “Машины, оборудование, принадлежности, инструменты и приборы для лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и мебельной промышленности”

01–04 сентября 2008 г.

Москва, ЦВК “Экспоцентр”

Выставки по данному проекту проводят с 1973 г. (уже 35 лет) – с 1994 г. один раз в два года (по чётным годам). Выставочная площадь составляет 12346 м². Выставка “Лесдревмаш–2008” проводится под патронатом Торгово-промышленной палаты России и Правительства Москвы.

**Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки РФ
учитывает основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук, опубликованные в журнале
“Деревообрабатывающая промышленность”**

УДК 674.053:621.933.6

УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТОЧНОСТИ УСТАНОВКИ ПИЛ В ПИЛЬНУЮ РАМКУ

М. В. Боярский, канд. техн. наук, **О. Г. Тарасова** – Марийский государственный технический университет

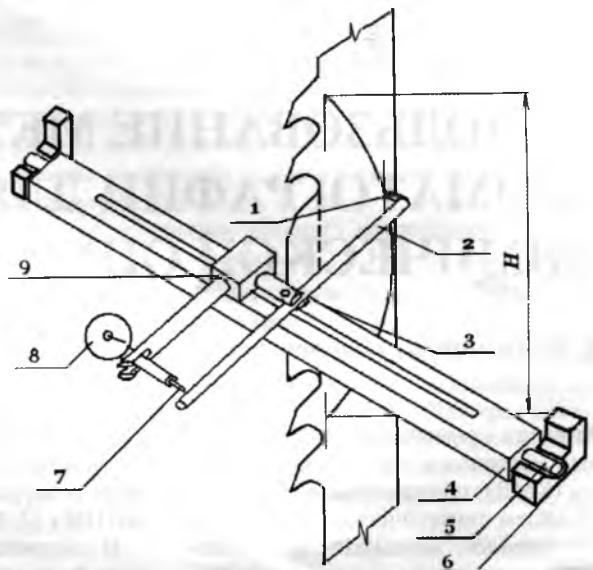
Для выполнения решения Правительства РФ повысить эффективность лесопромышленного комплекса России путём сокращения годового объёма экспорта круглых лесоматериалов и расширения глубокой переработки древесины в стране надо технически обеспечить возможность повышения качества пилопродукции (правильность геометрической формы, точность размеров, необходимый уровень шероховатости и др.), производительности лесопильного оборудования (в частности, двухэтажных лесопильных рам) и объёмного выхода продукции.

Одно из важнейших условий повышения эффективности рамной распиловки брёвен – по всем названным направлениям – техническая обеспеченность возможности осуществлять правильную установку пил в пильную рамке, обуславливающую снижение возмущающих нагрузок на пилы и возрастание их устойчивости при меньшей толщине (т.е. улучшение качества пилопродукции при меньшей мощности резания и меньших потерях в опилки).

Важнейшая составляющая упомянутой технической обеспеченности – наличие эффективных средств для контроля и корректировки положения пил. Анализ технической литературы [1, 2, 3] и опыта практиков показывает: наиболее существенный недостаток имеющихся средств для проверки точности установки пил в пильную рамку состоит в том, что необходимо вертикально перемещать пильную рамку для проверки положения одной и той же пилы. Из-за наличия этого недостатка велика продолжительность периода выполнения операции по проверке точности установки всех пил в пильную рамку, а потому при проведении этой операции чаще всего ограничиваются лишь одной пилой, что снижает среднюю точность установки постава.

Учитывая изложенное, авторы предлагают следующее устройство, лишённое указанного недостатка [4], – схема устройства приведена на рисунке. Оно включает: опорную линейку 4, устанавливаемую на платики 6 лесопильной рамы при помощи шарнирных опор 5; переставной ползун 9, несущий индикаторный прибор 8 с принимающим контактным элементом 7; поворотный (в отношении горизонтальной оси 3) передаточный рычаг 2 с воспринимающим отклонения контактным элементом 1.

Операцию по проверке правильности положения пил с использованием данного устройства выполняют следующим образом. Собранное устройство устанавливают на платики лесопильной рамы. Ползун 9 перемещают – при вертикальном положении рычага 2 – к контролируемой пиле и фиксируют в этом положении. Вращая устройство вокруг шарнирных опор 5, приводят контактный



Устройство для проверки точности установки пил в пильную рамку:

1 – контактный элемент; 2 – передаточный рычаг; 3 – горизонтальная ось; 4 – опорная линейка; 5 – шарнирные опоры; 6 – платики; 7 – принимающий контактный элемент; 8 – индикаторный прибор; 9 – переставной ползун

элемент 1 в соприкосновение с пилой в верхней точке полотна и регистрируют начальный отсчёт с индикатора 8. Плавно перемещая устройство по дуге по полотну пилы, регистрируют предельные отсчёты по индикатору, обращая особое внимание на отсчёты в крайних точках дуги по ширине и высоте пилы.

Вычисляют разность между предельными отсчётами и сравнивают её с нормой. Если указанная разность не превышает норму, то переходят к контролю положения следующей пилы, а если превышает – проводят корректировку положения пилы (при совпадении предельных отсчётов с крайними точками на дуге по ширине или высоте пилы корректируют положение пилы или всего постава в целом; сгруппированность предельных отсчётов в произвольном месте дуги говорит о местной деформации полотна).

Использование предлагаемого устройства позволяет:

– за одно движение измерительного элемента оценить величины двух разнотипных отклонений полотна от заданного положения: по горизонтали (в направлении подачи) и по вертикали (в направлении движения пильной рамки);

- ускорить проведение измерений (таким образом можно проверить любое количество пил без перемещения пильной рамки);
- повысить точность определения и корректировки положения пил в пильной рамке – из-за исключения погрешностей от перемещения пильной рамки и многократных измерений на разных пилах;
- повысить точность корректировки всего постава в целом из-за осуществления учёта фактических величин отклонения разных пил в разные стороны от заданного положения;
- уменьшить нагрузки на каждую пилу – со всеми вытекающими положительными последствиями.

УДК 674.093.26-419.3.004.92

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ ДЛЯ САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКСПОРТНОЙ ФАНЕРЫ

В. Б. Хабаров, канд. хим. наук – Институт физической химии и электрохимии имени А.Н.Фрумкина РАН

Развитие применения композиционных материалов на основе древесины (КМД), производимых с использованием синтетических связующих (карбамидо-, меламино- и фенолоформальдегидных смол: КФС, МФС, ФФС), в гражданском и промышленном строительстве, в производстве объектов транспорта (авиационного, железнодорожного, морского, автомобильного) выдвигает повышенные требования к санитарно-химическим характеристикам (СХХ) КМД, прежде всего в отношении их качественной и количественной достоверности.

Сравнительный экспертный анализ нормативных документов по СХХ фанеры (используемой в гражданском строительстве, производстве объектов транспорта, для изготовления мебели и в других целях), действующих в странах Евросоюза [1–5] и России [6–8], показал следующее: величины показателя эмиссии, или выделения летучих органических веществ (ЛОВ) из фанеры [1, 4] определяют в $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$ (при темпе-

ратуре 60°C) или в $\text{мг}/\text{м}^3$ [3, 7, 8], а величины относительного массового содержания ЛОВ в фанере – в $\text{мг}/100 \text{ г}$ [2, 5, 6].

В соответствии с [2–7] в отношении формальдегида определяют – с ацетилацетоновым реактивом спектрофотометрическим методом – величины его относительного массового содержания в фанере (в $\text{мг}/100 \text{ г}$) и величины показателя его выделения из фанеры (в $\text{мг}/\text{м}^3$ и $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$), а в отношении метилала и фенола, содержащихся в фанере марок ФК (на основе КФС) и ФСФ (на основе ФФС), – только величины показателя выделения вещества из фанеры (в $\text{мг}/\text{м}^3$).

В 1995 г. странами Евросоюза были приняты стандарты [1, 4] для определения СХХ фанеры, которые применяют при заключении контрактов на её закупку. В стандарте [1] установлены три класса фанеры по величине показателя эмиссии из неё формальдегида (A, B, C) – величины этого показателя определяют с ацетилацетоновым реактивом спектрофотометрическим методом по стан-

Список литературы

1. Прокофьев Г.Ф. Интенсификация пиления рамными и ленточными пилами. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 228 с.
2. Шейнов И.И. Наладка и настройка лесопильного оборудования: Библиотечка лесопильщика. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 56 с.
3. Лапин П.И. Виды технического брака в лесопильном производстве. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 95 с.
4. Пат. 2304041 РФ, МПК В 27 В 27/00. Способ и устройство для проверки точности установки рамных пил в пильную рамку / М.В.Боярский, О.Г.Тарасова (РФ); Заявитель и патентообладатель МарГТУ. – Ru 2304041 С1; заявл. 27.12.2005; Опубл. 10.08.2007. Бюл. № 22.

дарту [4]. Класс A – менее 3,5 $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$, B – 3,5–8,0 $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$, C – более 8 $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$. Фанеру классов (по величине показателя эмиссии формальдегида) B и C запрещено применять в Германии. Стандарт [1] не должен применяться к фанере, древесностружечным и древесноволокнистым плитам (ДСП и ДВП), производимым с использованием ФФС.

Результаты определения величин показателя выделения формальдегида из фанеры (в $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$) при температуре 60°C методом [4] невозможно сопоставить с результатами санитарно-химической оценки (СХО) фанеры (в $\text{мг}/\text{м}^3$) в соответствии с [8] – в моделируемых условиях эксплуатации (МУЭ), т.е. при насыщенности помещения фанерой (отношение площади поверхности фанеры к объёму помещения) 0,4–2,2 $\text{м}^2/\text{м}^3$, температуре 20°C и 40°C, кратности газообмена 0,5–1,0 $\text{объём}/\text{ч}$.

Федеральный закон “О техническом регулировании” определяет порядок разработки, принятия и исполнения обязательных требований к

Условия кондиционирования образцов фанеры в соответствии с требованиями [1] и СХО по стандарту [4]

¹СХО испытуемых образцов фанеры проводили в камерах из стекла объёмом 1,5 л, в которых создавали МУЭ

Размеры испытуемых образцов фанеры – длина 400 мм x ширина 50 мм x толщина образца

Условия кондиционирования образцов фанеры в соответствии с требованиями [1] и СХО по стандарту [10]

¹СХО испытуемых образцов фанеры проводили в камерах из стекла объёмом 80 cm^3 , в которых создавали МУЭ

Размеры испытуемых образцов фанеры – длина 80 мм x ширина 20 мм x толщина образца

Торцы и основание испытуемых образцов фанеры обклеивали с помощью алюминиевой фольги и силикатного клея – последний использовали вместо полиуретанового клея [4], который выделяет летучие органические вещества

Газообмен в камерах с образцами фанеры создавали азотом особ. чист., а не воздухом [1], так как в воздухе содержится формальдегид² [13]

Условия кондиционирования испытуемых образцов фанеры – в соответствии с [1], т.е. в течение 4 недель при³ насыщенности 0,06 см²/см³, температуре 20°C, относительной влажности 65% и кратности газообмена 1 объём/ч

Условия СХО испытуемых образцов фанеры в МУЭ – в соответствии с [4], т.е. в течение 4 ч при температуре 60°C, кратности газообмена 15 объёмов/ч

Для концентрирования формальдегида, выделяющегося в МУЭ из испытуемых образцов фанеры, использовали поглотители с дистиллированной водой. Концентрировали формальдегид с интервалом в 1 ч (до 4 ч с начала испытаний), через каждый час подсоединяя новый поглотитель. По данным [12, с. 414], при концентрировании формальдегида из воздуха в поглотитель с водой происходит его потеря вследствие реакции Каннициаро, из-за чего улавливается только 70–75% формальдегида

⁴Формальдегид определяли – с использованием ацетилацетонового реагента – спектрофотометрическим методом

⁵Для построения градуировочного графика по формальдегиду использовали водный раствор формальдегида, что обуславливает невоспроизводимость межлабораторных результатов анализа формальдегида, – в работах [12, 14] показано, что происходит с водными растворами формальдегида

Торцы и основание испытуемых образцов фанеры обклеивали с помощью алюминиевой фольги и силикатного клея

Газообмен в камерах с образцами фанеры создавали азотом особой чистоты

Условия кондиционирования испытуемых образцов фанеры – в соответствии с [1], т.е. в течение 4 недель при³ насыщенности 0,06 см²/см³, температуре 20°C, относительной влажности 65% и кратности газообмена 1 объём/ч

Условия СХО испытуемых образцов фанеры в МУЭ – в соответствии с [4], т.е. в течение 4 ч при температуре 60°C, кратности газообмена 15 объёмов/ч

Избирательное концентрирование ЛОВ, выделяющихся в МУЭ из испытуемых образцов фанеры, проводили в двух последовательно соединённых патронах-концентраторах с сорбентами: полихромом-3, цезийсорбом (или полифенилхиноксалином) [10]. На полихроме-3 избирательно концентрируются фенол, крезолы, алкифенолы (продукты горения древесины) и не концентрируются формальдегид, метанол, метилаль, а на цезийсорбе (полифенилхиноксалине) концентрируются формальдегид, метанол и метилаль

Формальдегид, метанол, метилаль определяли – раздельно от фенолов – методом газовой хроматографии

По формальдегиду и метанолу ПИД газового хроматографа градуировали динамическим методом с использованием проницаемых трубок из фторопласта Ф-4МБ. Для градуировки ПИД газового хроматографа использовали способ создания калибровочных смесей формальдегида, который не содержит примесей органических веществ в инертном газе [15]

Примечания:

¹При величине температуры 80–100°C чистый сухой газообразный формальдегид не проявляет склонности к полимеризации. Его устойчивость зависит от чистоты, и присутствие даже ничтожных количеств воды вызывает полимеризацию. При обычных величинах температуры сухой формальдегид медленно полимеризуется, образуя белую плёнку полиоксиметиленна на стенах сосуда, и реакция зависит от природы поверхности [12, с. 47–48].

²Среднегодовые величины массовой концентрации формальдегида в воздухе городов различных регионов находятся в диапазоне от 0,002 до 0,025 мг/м³, а максимальная величина (во всех контролируемых городах) составляет 0,232 мг/м³ [13].

³Насыщенность – отношение площади поверхности исследуемого образца фанеры, через которую выделяются ЛОВ, к объёму камеры.

⁴В заключении Межведомственной комиссии по выработке обоснованных нормативов предельно допустимых концентраций формальдегида в воздухе жилых помещений деревянных панельных домов (Поручение Совета Министров СССР от 27.11.1989 г. № ЛВ-6720) указано: методы определения с хромотроповой кислотой и ацетилацетоном неизбирательны, а обеспечиваемая ими нижняя граница диапазона определяемых величин массовой концентрации формальдегида в воздухе составляет 0,06 мг/м³ при заборе 15 л анализируемого воздуха; не отработана методика отбора проб; не учитывается влияние на результаты анализа сопутствующих органических веществ (метанола, фенола и других токсичных компонентов). Поэтому указанные методы не позволяют получать достоверные результаты, особенно при таких величинах массовой концентрации формальдегида, которые меньше 0,06 мг/м³.

⁵Водные растворы формальдегида представляют собой равновесную смесь моногидратаметиленгликоля ($\text{CH}_2(\text{OH})_2$) и ряда гидратированных низкомолекулярных полимеров или полиоксиметиленгликолов с общей формулой $\text{HO}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$. Состояние равновесия зависит от температуры и концентрации формальдегида в растворе [12, с. 61].

⁶При хранении водных растворов формальдегида в них могут протекать следующие процессы [12, с. 91]:

- полимеризация и выпадение полимера;
- реакция Каннициаро, состоящая в окислении одной молекулы формальдегида до муравьиной кислоты и восстановлении другой до метанола [12, с. 187];
- образование метилала по формуле $\text{CH}_2\text{O} + 2\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2(\text{OCH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- окисление до муравьиной кислоты по формуле $\text{CH}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{HCOOH}$;
- конденсация с образованием оксимальдегидов и сахаров.

⁶Водные растворы формальдегида, стабилизованные метанолом, наряду с формальдегидом (являющимся мономером) содержат метиленгликоль, полиоксиметиленгликоль, формальдегидметилполуацеталь, полиоксиметиленметилполуацеталь, триоксан [14].

ПИД – пламенно-ионизационный детектор.

Наименование образца	Число ЛОВ, выделяющихся из фанеры	Величина показателя эмиссии ЛОВ из фанеры, мг/м ² ·ч/класс фанеры		
		метод газовой хроматографии [10]	спектрофотометрический метод [4]	
		формальдегид	метанол	формальдегид
Комбинат № 1 – фанера из шпона берёзы на основе КФС марки КФ 115-53 и лигносульфонатов ² (величина относительного массового содержания в КФС лигносульфонатов, формальдегида, метанола, метилаля – соответственно 5; 0,101; 0,19; 0,145%)				
Фанера ФК толщиной 8 мм	26	3,80/B	14,8	14,0/C
Фанера ФК толщиной 15 мм	26	5,95/B	16,9	29,0/C
Комбинат № 2 – фанера из шпона берёзы на основе КФС марки КФМТ-15 от ОАО "Акрон" ² (величина относительного массового содержания в КФС формальдегида, метанола, метилаля – соответственно 0,065; 0,19; 0,16%)				
Фанера ФК толщиной 9 мм	26	4,02/B	3,15	9,0/C
Фанера ФК толщиной 18 мм	26	5,00/B	4,02	11,0/C
Завод № 3 – фанера из шпона берёзы (высушенного в ГС газами, образующимися при сжигании древесины) на основе КФС марки КФЖ				
Фанера ФК толщиной 9 мм	60	6,10/B	5,23	30,0/C

Примечания:

¹ЛОВ определяли методом газовой хроматографии на СКК (85 м x 0,25 мм) с неподвижной жидкой фазой (представлявшей собой SE-30 с NaCl), используя ПИД.

²ЛОВ, содержащиеся в КФС, определяли методом газовой хроматографии.

продукции по безопасности. Безопасность продукции – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан [9, статья 1, 2].

Если оценивать достаточность требований к СХХ конструкционной фанеры, действующих в странах Евросоюза [1–5] и России [6–8], с точки зрения обеспечения безопасности фанеры при её эксплуатации для здоровья людей, то определить соответствующий риск возможно только по результатам СХО методом газовой хроматографии [10] в соответствии с [8] – в МУЭ, т.е. при насыщенности 0,4–2,2 м³/м³, температуре 20 и 40°C, кратности газообмена 0,5–1,0 объем/ч. Результаты СХО фанеры в МУЭ (в мг/м³) сравнивают с ДУ (допустимыми уровнями, мг/м³) показателя выделения вредных химических веществ из полимерных строительных материалов [8] или с предельно допустимыми концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест (ПДК_{с,с}, мг/м³) [11].

Невозможно определить риск для здоровья людей от применения фанеры – в строительстве жилья, при производстве объектов транспорта, при изготовлении мебели – по СХХ фанеры в мг/100 г [2, 5, 6] и мг/м²·ч при температуре 60°C [1, 4], так как такие СХХ сравнивать с

ДУ [8] и ПДК_{с,с} [11] невозможно.

Выше приведены условия СХО исследуемых образцов фанеры в МУЭ – в соответствии с требованиями стандарта [1] – с применением двух методов исследования: спектрофотометрического с ацетилацетоном [4] и газовой хроматографии [10].

Успешное применение метода газовой хроматографии для объективной СХО КМД, производимых с использованием КФС и ФФС, во многом обусловлено результатами разработки новых методических подходов, селективных сорбентов [16–18], устройств для ввода проб органических веществ (сконцентрированных на сорбентах) в насадочные и капиллярные колонки [10, 16, 19].

При СХО в МУЭ фанеры, производимой (с использованием КФС и ФФС) из шпона берёзы, высушеннего в паровой или газовой сушилке, раздельное концентрирование ЛОВ проводили в два последовательно соединённых патрона-концентратора с сорбентом на основе политетрафторэтилена – полихромом-3 [10, 16, 18] – и сорбентом цезийсорбом (или полифенилхиноксалином) [10, 16–18]. В режиме полного поглощения ("до проскока") на полихроме-3 избирательно концентрируются фенол и алкилфенолы (продукты горения древесины), а на цезийсорбе или полифенилхиноксалине – формальдегид и метанол.

С помощью разработанных устройств [10, 16, 19] осуществляли – методом термической десорбции (с полихромом-3 – при 170°C, с цезийсорбом – при 170°C, с полифенилхиноксалином – при 200°C) – введение проб из патронов-концентраторов в аналитические насадочные и капиллярные колонки.

Определение качественного состава ЛОВ, выделяющихся из упомянутой фанеры, проводили на стеклянной капиллярной колонке (СКК) (длиной 85 м, внутренним диаметром 0,25 мм) с неподвижной жидкой фазой (представлявшей собой SE-30 с NaCl), приготовленной по методике [20].

При газохроматографическом определении формальдегида и метанола из патрона-концентратора с цезийсорбом или полифенилхиноксалином формальдегид и метанол детектировали на ПИД в виде метана. На хроматограмме регистрировали два пика метана: один соответствовал формальдегиду, а другой – метанолу. Поток азота, содержащий раздёлённые вещества из аналитической колонки, смешивается с потоком водорода и поступает в каталитическую ячейку с катализатором (никелем Ренея), температура которого составляет 240°C, – ячейка установлена в электрической печи газового хроматографа, в которой происходит конверсия формальдегида и метанола в метан [10, 16].

В таблице приведены результаты двух вариантов СХО фанеры в МУЭ в соответствии с [1] (при насыщенности 0,06 см²/см³, температуре 60°C и кратности газообмена 15 объемов/ч в течение 4 ч): спектрофотометрическим методом с ацетилацетоновым реагентом [4] и методом газовой хроматографии [10]. На комбинатах № 1 и № 2 шпон для фанеры был высушен в газовой сушилке газами, образующимися при сжигании природного газа.

По данным таблицы видно: СХХ фанеры, полученные методом газовой хроматографии на СКК, зависят от вида теплоносителя – фанера из шпона берёзы, высушенного в газовой сушилке газами, образующимися при сжигании природного газа или древесины, выделяет соответственно 26 или 60 веществ.

Сравнение результатов проведения упомянутых двух вариантов СХО фанеры толщиной 8; 9; 15 и 18 мм в МУЭ по стандарту [1] позволя-

ет заключить: величина показателя выделения формальдегида из фанеры, определённая методом газовой хроматографии [10], в 2,2–4,9 раза меньше величины того же показателя, определённой спектрофотометрическим методом с ацетилацетоновым реагентом [4]. (Это обусловлено тем, что при использовании метода по стандарту [4] фактически определяют сумму летучих органических веществ, которую ошибочно принимают за формальдегид.) По данным таблицы видно: фанеру, которая по уровню показателя выделения из неё формальдегида фактически относится к классу В, в случае применения метода исследования по стандарту [4] придётся относить к классу С. Таким образом, использование стандарта [4] как инструмента обуславливает завышение величины показателя эмиссии формальдегида из фанеры, а следовательно, занижение сортности и цены фанеры – с 337 (1997 г.) до 256 (2005 г.) долл. США/м³ [21], из-за чего Россия при экспорте фанеры ежегодно теряет 130 млн.долл. США.

По данным таблицы также видно, что в исследуемых образцах КФС наряду с формальдегидом и метанолом содержится метилаль, который образуется при хранении технических растворов формальдегида [12, с. 91]. Способность метанола предотвращать выпадение полимеров из раствора формальдегида обусловлена образованием полуацитатов, которые в метанолсодержащих растворах находятся в химическом равновесии с гидратированным формальдегидом [12, с. 92].

При использовании метода газовой хроматографии в исследуемых образцах фанеры метилала не обнаружено, что указывает на протекание химических реакций при прессовании фанеры. Образцы фанеры со связующим, содержащим лигносульфонаты, выделяют метанола в 4,2–4,7 раза больше по сравнению с фанерой, не содержащей лигносульфонатов. Это объясняется тем, что при прессовании фанеры и кондиционировании испытуемых образцов фанеры при температуре 20 и 60°C лигносульфонаты гидролизуют формали в КФС с образованием формальдегида и метанола, а формальдегид вступает в реакцию Канницаро, протекающую с образованием метанола.

Образование формалей происхо-

дит в присутствии кислых катализаторов. Эти реакции обратимы и протекают до момента установления равновесия. По своим свойствам формали похожи на простые эфиры. Формали характеризуются высокой химической устойчивостью в нейтральной и щелочных средах, но в присутствии кислот они гидролизуются с образованием формальдегида и спирта [12, с. 231].

По-видимому, при изготовлении фанеры лигносульфоновые кислоты, взаимодействуя с метанолом, содержащимся в КФС, образуют эфиры, которые при кондиционировании образцов фанеры разлагаются с образованием метанола.

Выводы

1. Использование метода газовой хроматографии, пористых полимерных сорбентов, хроматографических насадочных и капиллярных колонок позволяет объективно определять СХХ фанеры на основе КФС и лигносульфонатов, а также содержание летучих органических веществ в КФС.

2. СХХ фанеры зависят от вида теплоносителя. Сушка шпона берёзы в газовой сушилке газами, образующимися при сжигании природного газа и древесины, ухудшает СХХ шпона и фанеры – из-за сорбции шпоном продуктов горения.

3. Введение лигносульфонатов в КФС при изготовлении фанеры приводит к ухудшению СХХ фанеры по метанолу. СХО в МУЭ показала: фанера на основе КФС и лигносульфонатов выделяет метанола в 4,2–4,7 раза больше по сравнению с фанерой, не содержащей лигносульфонатов.

4. Величина показателя выделения формальдегида из фанеры, определённая путём применения недостаточно корректного спектрофотометрического метода с ацетилацетоновым реагентом [4], в 2,2–4,9 раза больше величины того же показателя, определённой методом газовой хроматографии [10]. Таким образом, использование стандартов [1, 4] как инструмента обуславливает завышение величины показателя эмиссии формальдегида из фанеры, а следовательно, занижение сортности и цены фанеры, из-за чего Россия при экспорте фанеры ежегодно теряет 130 млн.долл. США.

Список литературы

- EN 1084:1995. Plywood.

Formaldehyde release classes determined by the gas analysis method.

2. EN 120:1994. Wood-based panels. Determination of formaldehyde content. Extraction method called the perforator method.

3. EN 717-1:1999. Wood-based panels. Determination of formaldehyde release. Part 1. Formaldehyde emission by the chamber method.

4. EN 717-2:1995. Wood-based panels. Determination of formaldehyde release. Part 2. Formaldehyde release by the gas analysis method.

5. EN 717-3:1996. Wood-based panels. Determination of formaldehyde release. Part 3. Formaldehyde release by the flask method.

6. ГОСТ 27678–88. Плиты древесностружечные и фанера. Перфораторный метод определения содержания формальдегида. – Введ. 01.01.89 до 01.01.94 с измен. от 26.01.90.

7. ГОСТ 30255–95. Мебель, древесные и полимерные материалы. Метод определения выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ в климатических камерах. – Введ. 01.07.96.

8. Методические указания по санитарно-гигиеническому контролю полимерных строительных материалов, предназначенных для применения в строительстве жилых и общественных зданий. Изд. 3-е, доп.: Утв. 28.03.80. – № 2158–80. – М., 1980. – 80 с.

9. Федеральный закон “О техническом регулировании” от 27.12.2002. – № 184–ФЗ.

10. СТП 01–94 НИОКО “Биоэкоинжиниринг”. Унифицированная методика санитарно-химической оценки полимерных и композиционных материалов на основе карбамидо-, меламино- и фенолформальдегидных смол методом газовой хроматографии. – М., 1994. – 59 с. – Введ. 01.06.96.

11. ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. – М., 1984. – 15 с. Утверждены гл. сан. врачом СССР П.Н.Бургасовым 27.08.84. – № 3086–84.

12. Уокер Дж.Ф. Формальдегид. Пер. с англ. Коржева П.П. – М.: Госхимиздат, 1957. – 608 с.

13. Ежегодник состояния загрязнения воздуха городов и промышленных центров Советского Союза. Государственный комитет СССР по Гидрометеорологии. Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Войкова. – Л., 1989. – С. 45–200.

14. Роффаэль Э. Выделение формальдегида из древесностружечных плит / Пер. с нем. под ред. А.А.Эльберта.

- М.: Экология, 1991. – С. 43.
- 15. А.с. 1350610 СССР.** Способ получения калибровочных смесей паров формальдегида в инертном газе и устройство для его осуществления / В.Б.Хабаров, В.В.Малыцев // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 41.
- 16. Хабаров В.Б.** Разработка сорбентов и методических подходов к санитарно-химической оценке композиционных строительных материалов методом газовой хроматографии: Дис. ... канд. хим. наук. – М., 1997. – 258 с.
- 17. Панина Л.И.** Пористые полимерные сорбенты в газовой хроматографии: Дис. ... д-ра хим. наук. – М., 1992. – 579 с.
- 18. Khabarov V.B., Panina L.I.** Selective concentration of volatile reactive organic substances at a sanitary-chemical evaluation of composite arboreal stuffs. "100 YEARS OF CHROMATOGRAPHY" 3rd Int. Symposium on Separations in BioSciences SBS'03, 13–18 May, 2003, Moscow, Russia. P. 331.
- 19. А.с. 1341575 СССР.** Устройство для ввода проб в капиллярную колонку / В.Б.Хабаров, И.Т.Ковба, К.И.Сакодынский // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 36.
- 20. А.с. 1111101 СССР.** Способ приготовления стеклянных капиллярных колонок для газожидкостной хроматографии / А.Л.Самусенко, Р.В.Головня, В.Б.Хабаров, А.Ф.Аэров // Открытия. Изобрет. – 1984. – № 32.
- 21. Хабаров В.Б., Львов А.И., Садкевича М.Н., Панина Л.И., Лебедев С.Н.** Использование газохроматографических методик для санитарно-химической оценки фанеры при её сертификации на соответствие требованиям европейских стандартов // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1999. – № 6. – С. 15–18.

УДК 674.812-419

МАТЕМАТИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА ПРОИЗВОДСТВА КОСТРОПЛИТ*

С.А. Угрюмов, Е.А. Боровков – Костромской государственный технологический университет,
В.Е. Цветков – Московский государственный университет леса

В настоящее время отходы сельскохозяйственного производства, в частности костра льна, не находят широкого применения в производстве композиционных материалов – из-за отсутствия специализированных мощностей по переработке упомянутых отходов, нерационального расположения и разбросанности источников их образования, трудностей сбора отходов и их транспортирования на соответствующие крупные предприятия. А ведь костра льна – это дешёвое и вместе с тем технически приемлемое сырьё для производства высококачественных плит различного назначения (конструкционных, теплоизоляционных и др.).

В настоящее время проблемам углублённой переработки льна и эффективной утилизации отходов льнопроизводства уделяется серьёзное внимание на государственном уровне. В соответствии с "Основами политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 г. и на дальнейшую перспективу" глубокая переработка льна и отходов льнопроизводства входит самостоятельным блоком в поз. 49 Перечня "критических технологий" – комплекса отечественных технологических разработок, заслуживающих приоритетного внимания со стороны наших государственных и частных инвесторов [1]. При этом на ближайшую перспективу намечено значительное (в 3–5 раз) увеличение посевных площадей, занятых льном, а следовательно, произойдёт и соответствующее возрастание годового объёма образования костры льна. Использование этой костры в качестве наполнителя композиционных материалов – наиболее эффективный путь её утилизации.

Опыт работы отечественных и зарубежных предприя-

тий показывает: плиты на основе костры льна (костроплиты) уступают древесностружечным плитам (ДСП) по физико-механическим показателям – прежде всего из-за меньшей (по сравнению с древесными частицами) когезионной прочности частиц костры, а также из-за особенностей образования адгезионного контакта.

Экспериментальные исследования [2] показали, что величина поверхностного натяжения σ костры меньше, чем величина σ древесины. При этом при применении традиционных kleевых составов (на основе синтетических смол) затруднена операция осмоления: клей по поверхности частиц костры распределяется неравномерно, что приводит к нестабильности свойств готового материала по сечению и формату. Применение kleевого состава, модифицированного на стадии смешивания компонентов поверхностно-активными веществами (например, спиртами), позволяет снизить величину σ kleевого состава, или адгезива до уровня σ костры льна. Это обуславливает возрастание уровня качества осмоления и, как следствие, улучшение физико-механических характеристик костроплит и их конкурентоспособности.

Костра льна по анатомическим и химическим свойствам сходна с древесиной [3], поэтому процесс горячего прессования костропакетов подчиняется закономерностям производства ДСП. В данном исследовании путём математической обработки результатов выполнения научно спланированного эксперимента оценено влияние на свойства костроплит наиболее значимых факторов: плотности плиты, расхода связующего, количества модификатора, повышающего смачивающую способность адгезива, количества гидрофобных добавок.

*Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 08-08-99073-р_офи.

Таблица 1

Наименование управляемого фактора	Условное обозначение фактора		Шаг варьирования уровня фактора	Опробованные уровни фактора		
	натуральное	кодированное		нижний	основной	верхний
Плотность плиты, кг/м ³	c	X ₁	100	500	600	700
Расход связующего, %	P _{cb}	X ₂	5	10	15	20
Количество модификатора, %	K _m	X ₃	1	0	1	2
Количество парафиновой добавки, %	K _n	X ₄	0,5	0	0,5	1

Таблица 2

Экспериментально опробованные уровни управляемых факторов				Величины выходных параметров эксперимента			
c, кг/м ³	P _{cb} , %	K _m , %	K _n , %	предел прочности при изгибе, МПа	предел прочности при отрыве, МПа	коэффициент разбухания плит по толщине, %	коэффициент водонаглощения плит, %
500	10	0	0	8,2	0,28	33,7	95,1
700	10	0	0	15,9	0,55	44,1	110,3
500	20	0	0	14,5	0,50	20,1	72,2
700	20	0	0	19,6	0,64	24,3	83,2
500	10	2	0	12,0	0,41	28,2	88,9
700	10	2	0	17,5	0,62	35,1	102,4
500	20	2	0	15,2	0,52	14,4	66,5
700	20	2	0	21,9	0,75	17,2	75,1
500	10	0	1	8,0	0,27	15,0	61,4
700	10	0	1	15,0	0,54	19,2	77,2
500	20	0	1	13,3	0,45	9,3	36,0
700	20	0	1	18,8	0,64	11,9	49,3
500	10	2	1	11,8	0,35	12,8	53,2
700	10	2	1	19,2	0,69	17,1	67,6
500	20	2	1	15,6	0,53	7,0	26,0
700	20	2	1	21,0	0,72	8,5	35,3
500	15	1	0,5	12,8	0,44	16,6	78,2
700	15	1	0,5	20,1	0,69	19,3	81,3
600	10	1	0,5	12,5	0,43	26,2	98,3
600	20	1	0,5	20,2	0,69	12,1	64,6
600	15	0	0,5	13,8	0,47	18,4	80,2
600	15	2	0,5	19,1	0,65	15,4	76,4
600	15	1	0	15,6	0,53	22,3	83,0
600	15	1	1	14,9	0,51	14,1	70,1

При осуществлении опытных запрессовок применяли клей на основе карбамидоформальдегидной смолы КФН-66 и (в качестве кислотного отвердителя) хлористого аммония, в качестве модификатора использовали один из бутиловых спиртов (бутанол-1), а для повышения водостойкости – парафиновую эмульсию. Плиты изготавливали при следующих величинах базовых факторов: толщина плиты – 16 мм; температура прессования – 150°C; давление прессования – 2 МПа; продолжительность выдержки под давлением – 6,5 мин (0,4 мин на 1 мм толщины).

Опробованные уровни управляемых факторов представлены в табл. 1.

В качестве выходных, или целевых параметров эксперимента были приняты следующие физико-механичес-

кие показатели качества костроплит: предел прочности плит при изгибе σ_u (МПа), предел прочности плит при перпендикулярном отрыве σ_\perp (%), коэффициент разбухания плит по толщине P_s (%) и коэффициент водонаглощения плит W_{vd} (%). Отбор образцов и проведение испытаний осуществляли по действующим стандартным методикам.

Для исследования влияния выбранных управляемых факторов на упомянутые показатели качества костроплит был составлен полный факторный план, который затем был дополнен опытами в “звездных точках” для построения В-плана второго порядка.

Минимально необходимый объём выборки (ещё обеспечивающий требуемую достоверность средних значений) определяли на основе результатов предварительно проведённых экспериментов, количество дублированных опытов для всех выходных параметров эксперимента составляло 5. Результаты выполнения научно спланированного эксперимента представлены в табл. 2.

Математическая обработка результатов выполнения комплексного эксперимента проведена по стандартной методике [4]. Установлено, что полученные выборки не содержат грубых результатов, а дисперсии частных экспериментов однородны.

Математическая модель процесса производства костроплит, позволяющая спрогнозировать величины выходных параметров при любом сочетании опробованных уровней управляемых факторов, представляет собой следующую совокупность регрессионных математических выражений:

$$\begin{aligned} \sigma_u = & -14,64 + 0,0293\rho + 0,89 P_{cb} + 2,11 K_m + \\ & + 3,56 K_n + 0,00001\rho^2 + 0,1K_m^2 - 4,4K_n^2 - \\ & - 0,00062\rho P_{cb} - 0,074 P_{cb} K_m + 0,52 K_m K_n; \\ \sigma_\perp = & -0,785 + 0,00179\rho + 0,0774 P_{cb} + \\ & + 0,05 K_m + 0,0156 K_n - 0,0156 K_n^2 - \\ & - 0,000105\rho P_{cb}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_s = & 56,27 - 0,0104\rho - 2,592 P_{cb} - 2,22 K_m - 33,16 K_n + \\ & + 0,00005\rho^2 + 0,068 P_{cb}^2 - 0,55 K_m^2 + 3,0 K_n^2 - \\ & - 0,00184\rho P_{cb} + 0,944 P_{cb} K_n + 2,16 K_m K_n; \end{aligned}$$

$$W_{vd} = -7,1 + 0,3831\rho - 1,536 P_{cb} + 4,24 K_m - 9,76 K_n - \\ - 0,000271\rho^2 - 0,04 P_{cb}^2 - 4,16 K_m^2 - 23,64 K_n^2.$$

Данная модель адекватна и эффективна.

Анализ полученной математической модели процесса производства костроплит показывает следующее. На показатели прочности костроплит наибольшее влияние оказывают плотность готовой плиты и расход связующего – при увеличении этих факторов прочность материала значительно возрастает. Существенное значение имеет наличие модификатора в связующем – с увеличением количества модификатора прочность костроплит также

возрастает. Парафиновая добавка менее значима – её введение в клеевой состав обуславливает некоторое снижение показателей прочности материала.

На физические показатели костроплит наиболее сильно влияют количество парафиновой добавки и расход связующего – при увеличении этих факторов коэффициент разбухания и коэффициент водопоглощения значительно снижаются. Плотность плит также значима – при увеличении плотности величины названных физических показателей костроплит возрастают. Количество модификатора в клеевом составе менее значимо, хотя при увеличении данного фактора и происходит заметное снижение коэффициента разбухания и коэффициента водопоглощения.

Путём анализа полученной математической модели и её оптимизации при максимизации величин показателей прочности и минимизации величин физических показателей костроплит – с использованием пакета программ MS Office Excel (Поиск решения) – определён рациональный режим производства плитных материалов на основе кости льна:

- плотность плит – 700 кг/м³;
- расход связующего – 15% массы наполнителя;
- количество модификатора клеевого состава (бутанола-1) – 2% массы жидкой смолы;
- количество парафиновой добавки – 0,5% массы наполнителя;
- температура прессования – 50°C;
- давление прессования – 1,8–2,0 МПа;
- продолжительность выдержки прессуемого пакета под давлением – 0,4 мин на 1 мм толщины плиты.

УДК 674.038.1.002.56(083.74)

НЕОБХОДИМОСТЬ В УГЛУБЛЕНИИ ЗНАНИЙ О ДРЕВЕСИНЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА МЕБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ И ПРОЦЕССОВ ЕЁ ПРОИЗВОДСТВА

В. И. Федюков, д-р техн. наук – Мариийский государственный технический университет

Безопасность мебели – один из важнейших показателей её качества. Очевидно, что именно так и следует воспринимать проект технического регламента (ТР) “О требованиях к безопасности мебельной продукции и процессов её производства”, установленный срок представления которого в Правительство России – октябрь 2008 г.

Бесспорно, введение этого ТР уже сегодня продиктовано самой жизнью, а в новых условиях подтверждения соответствия он будет акту-

ален не только для разработчиков и изготовителей продукции, но и почти для всего населения страны. Почему? Несмотря на обилие ассортимента мебели и насыщенности рынка этим товаром, по-прежнему для очень многих людей соотношение качества мебели и её цены далеко не оптимально. Причин, даже самых объективных, здесь можно привести немало, но одна из предопределяющих – сравнительно низкое качество продукции – в значительной мере обусловлена “упрощённым” отно-

Выводы

По математической модели процесса производства плит на основе кости льна, полученной путём адекватной обработки результатов выполнения соответствующего научно спланированного комплексного эксперимента, определён рациональный режим производства костроплит. При изготовлении костроплит по упомянутому режиму получается материал, который по показателям качества соответствует ДСП.

Наличие производства костроплит позволяет весьма эффективно утилизировать отходы льнопроизводства – с выпуском качественной плитной продукции, которую можно применять наравне с ДСП в мебельной промышленности и строительстве.

Список литературы

1. Артемьев А.В. Глубокая переработка льна – область критических технологий (Электронный ресурс). – Режим доступа: <http://www.textileclub.ru/index.php>.
2. Угрюмов С.А., Цветков В.Е. Применение основных положений теории адгезии для расчёта поверхностного натяжения кости льна // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2008. № 1. – С. 22–23.
3. Угрюмов С.А., Боровков Е.А., Щербаков А.Б. Сравнительная оценка свойств древесины и кости льна как наполнителей композиционных материалов // Науч. тр. молодых учёных КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2007. – Вып. 8. Ч. 1. – С. 135–138.
4. Пижурин А.А., Розенблит М.С. Исследование процессов деревообработки. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 232 с.

не только больших знаний нормативно-технического порядка, но и глубоких знаний природы исходного сырья. Не вдаваясь в детальное раскрытие актуальности обозначенной темы, остановимся на тех основных моментах, которые, на наш взгляд, необходимо учитывать для обеспечения требуемой эффективности нового ТР – в том числе в отношении совершенствования системы управления качеством продукции с учётом назревшей острой необходимости в соблюдении не только общих требований стандартов ИСО 9000 версии 2000 г., но и конкретных требований, вытекающих из особенностей организации производства в конкретных отраслях или из специфики характеристик выпускаемой продукции [2]. Сказанное в полной мере относится к деревообрабатывающей и мебельной промышленности.

Сегодня в производстве целевую пригодность лесоматериалов в лучшем случае определяют на основе результатов квадратиметрической оценки с охватом таких обобщённых показателей, как порода, однородность, размеры, пороки и плотность древесины [3]. Но чаще всего ограничиваются представленной поставщиком спецификацией (с указанием породы, объёма (количества), размеров и сортов), составленной по результатам визуального осмотра древесины. Входной контроль сырья, по существу, отсутствует, так как даже при изготовлении продукции по индивидуальным (единичным) заказам, не говоря уже о массовом производстве, принято считать: отбор материала приемлемой древесной породы вполне гарантирует нужные уровни его физико-механических, технологических и даже эксплуатационных показателей.

В немалой степени этому способствуют и некоторые наши стандарты, по которым проводят сертификационные испытания. Например, ГОСТ 16371 “Мебель. Общие технические условия”, ГОСТ 475 “Двери деревянные. Общие технические требования” и др. содержат требования к обеспечению преимущественно необходимых функциональных размеров (в момент испытаний), необходимых величин показателей ударной и статической прочности продукции и т.д., а в отношении самой древесины – лишь нормы показателей допустимых пороков и шероховатости. Результат: довольно

часто сертифицированная по указанным требованиям продукция уже через год имеет такую усушку, что ни о каком соответствии фактических функциональных размеров нужным размерам не может быть и речи.

Это связано с тем, что в отличие от металла, пластмасс, стекла и других материалов, изготавляемых человеком целенаправленно (т.е. с обязательным обеспечением необходимых технических характеристик), древесина как материал биологического происхождения по своей природе гораздо сложнее и, что особенно важно, характеризуется высокой неоднинаковостью своих физико-механических свойств. Например, изменчивость плотности древесины одной и той же породы доходит до 40%, что вызывает значительные колебания зависящих от плотности показателей: прочности, твёрдости и износостойкости, усушки и разбухания, коробления и др. [4]. Установить все причинно-следственные основы таких процессов чрезвычайно сложно, ибо на формирование древесины влияют многие факторы: индивидуально-генетические, природно-климатические (условия местопроизрастания), лесоводственно-таксационное состояние насаждений, антропогенные вмешательства и др. [5].

Особенно большое влияние на свойства древесины оказывают сезон заготовки лесоматериалов (зимой или летом), условия и продолжительность периода их транспортирования и хранения, а также сушки лесоматериалов и другие технологические процессы. Действие факторов этой группы на качество древесины более заметно и предсказуемо, так что они, очевидно, будут преобладать в основных положениях нового ТР.

А как же учесть последствия влияния факторов первой группы на свойства древесины, т.е. возможно ли в производственных условиях проводить точный отбор качественного материала (строго по целевому назначению), руководствуясь его требуемыми технологическими и даже эксплуатационными свойствами?

Вспомним, что первые ГОСТы на проведение физико-механических испытаний древесины в нашей стране были разработаны под руководством проф. Л.М.Перельгина ещё в 1930-х годах, а в дальнейшем их неоднократно переиздавали с внесением соответствующих поправок и до-

полнений. Сегодня эти ГОСТы служат лишь для учебных и научных целей, а производственники стараются обходиться без них. Почему?

Потому, что эти документы предписывают проводить испытания древесины разрушающими методами на стандартных образцах, для изготовления и калибровки которых по ГОСТ 16483.21 потребуются большие затраты труда и, главное, времени. К тому же образцы должны быть “чистыми”, т.е. абсолютно без каких-либо пороков, а на практике приходится иметь дело с обычной природной древесиной со всеми её недостатками. Следовательно, полученные таким путём усреднённые результаты физико-механических испытаний древесины не могут бытьrepräsentatивными (показательными) – тем более при упомянутой большой неоднородности свойств древесины – даже для общей массы данного материала, не говоря уже об отдельных деталях изготавливаемой продукции.

Кстати, о крайней затруднительности регламентации качества древесины и её низкой практической эффективности наши учёные предупреждали давно – например, проф. А.И.Кузнецов ещё в 1940-х годах предложил “не прибегать к стандартизации качества древесины, а лишь к установлению её *нормального качества*, ибо стандартизация есть понятие категорическое, предполагающее наличие совершенно определённых и точных признаков, свойственных в равной мере *каждой единице товаров*” [6]. Без дальнейших комментариев можно заключить, что данный постулат должен найти соответствующее место в разрабатываемом ТР.

Из всего сказанного следует, что стандарты серии ГОСТ 16483 “Древесина. Отбор проб и методы испытаний” в настоящем виде нельзя включить в ТР для обеспечения безопасности и качества мебельной продукции и процессов её производства. А действующие на практике ГОСТ 2292 “Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, методы измерения и приёмка” и ГОСТ 6564 “Пиломатериалы и заготовки. Правила приёмки, методы контроля, маркировка и транспортирование” должны быть дополнены требованием проводить поштучный входной контроль соответствующих физико-

механических свойств древесины и других материалов неразрушающими методами экспресс-диагностики. Практически это вполне реализуемо: современные, электронные, технические средства уже позволяют оперативно проводить учёт и индивидуальную маркировку экспортных пиломатериалов с одновременной оценкой их качества [7], а в небольших цехах можно ограничиться применением соответствующих портативных приборов, например: ультразвуковых дефектоскопов, электрорвагомеров и др.

К тому же внешний вид и показатели макроструктуры древесины (ширина годичных слоёв, содержание в них поздней древесины, равнослоистость и др.) – сами по себе достаточно объективные признаки для экспресс-диагностики плотности, прочности и ряда других физико-механических и даже эксплуатационных показателей пригодности данного материала для изготовления из него соответствующих изделий. Однако для обеспечения возможности определения величины показателей макроструктуры в производственных условиях требуется внести соответствующие дополнения и изменения в ГОСТ 16483.18 “Древесина. Метод определения числа годичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годичном слое” или, что целесообразнее, внедрить новые методы (с разработкой ТУ) и технические средства, впервые изго-

товленные и апробированные в Лаборатории квадиметрии резонансной древесины МарГТУ [5].

При создании системы дифференцированного входного контроля качества лесоматериалов нужно учитывать анизотропию древесины (т.е. неодинаковость её физико-механических свойств внутри ствола по разным направлениям относительно волокон) и неоднородность древесины. Например, величина коэффициента усушки и величина коэффициента разбухания древесины вдоль волокон составляют всего 0,1–0,3% (на практике их обычно вообще не учитывают), а поперёк волокон – в 10 раз больше; названные коэффициенты зависят от плоскости распила; радиальные (центральные) доски усыхают или разбухают на 3–7%, а тангенциальные (боковые) – на 8–10%. Большая вариация свойств древесины объясняется местоположением в стволе как по высоте, так и относительно сторон света: древесина, формирующаяся в нижней части ствола и на северной стороне последнего, характеризуется лучшими свойствами.

Заключение

Для изготовления высококачественной продукции деревообработки надо использовать материал, обладающий высокой однородностью своих физико-механических свойств, – для отбора такого материала необходимо проводить индивидуальную

(поштучную) экспресс-диагностику показателей целевой пригодности исходных лесоматериалов.

Для создания системы дифференцированного входного контроля качества лесоматериалов в первую очередь нужны глубокие знания свойств древесины – уникального природного сырья.

Список литературы

- Федюков В.И., Боярский М.В., Таракова О.Г.** Инженерные методы обеспечения качества продукции в деревообработке. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 192 с.
- Версан В.Г.** Высшее руководство предприятий и стандарты ИСО серии 9000 версии 2000 года: суть конфликта и его последствия // Сертификация. – 2005. – № 1. – С. 15–17.
- Полубояринов О.И.** Квадиметрия древесного сырья в процессе лесовращивания: Автореф. дис. ... д-ра с-х наук. – Л., 1976. – 46 с.
- Уголов Б.Н.** Древесиноведение с основами лесного товароведения: Учеб. для лесотехнических вузов. – М.: МГУЛ, 2001. – 340 с.
- Федюков В.И.** Основы квадиметрии и управления качеством лесоматериалов специального назначения. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 184 с.
- Кузнецов А.И.** Лесное товароведение. – Л.: Гослестхиздат, 1940. – 389 с.
- Маслий Б.П., Лежнев М.Ю.** Электронный учёт экспортного пиловочника // Лесная пром-сть. – 1997. – № 3. – С. 20–21.

Новая комбинированная пила



Группа компаний Bosch, подразделение “Электроинструменты”, в июне 2008 г. провела презентацию комбинированной пилы Bosch GTM 12 Professional.

Эта пила обеспечивает высокую точность пиления не только в условиях цеха, но и на стройплощадке. В ней соединены распиловочный стол и торцовая пила. Мощный двигатель позволяет легко распиливать поперёк даже толстые балки, а вдоль – доски, ламинат, алюминиевые профили и пластиковые воздуховоды. Масса нового многофункционального инструмента – всего 22 кг. Благодаря небольшим габаритным размерам инструмента (67x57x38,5 см) и

упору, установленному на пильный диск, его легко доставлять на любое место работы – это большое удобство для слесарей по внутренней отделке помещений, столяров и электротехников.

В стандартную комплектацию комбинированной пилы входят пильный диск с 40 зубьями и мешок для пыли. Этот инструмент дополнит гамму предлагаемых компанией Bosch стационарных инструментов для профессионалов. Все пилы, а также новая комбинированная пила приспособлены для использования на рабочем верстаке GTA 3700 Professional производства Bosch.

ЛЕТНЯЯ БАНЯ: ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ

Г. Б. Осадчий – Конструкторское бюро “ВоДоМёт”

При строительстве как производственных, так и жилых зданий возводят не только основные площади, но и “вспомогательные” помещения (так, при строительстве производственных зданий – душевые комнаты). Реализуемая в последние годы политика энергосбережения в производственном секторе должна исполняться и в отношении душевых комнат – бань в составе мощностей с вредными условиями производства.

При проведении технологических процессов деревообработки в воздух производственных помещений выделяются пары воды и других веществ, теплота, газы, аэрозоли. Даже при наличии современных аспирационных систем количество находящейся в помещении мелкодисперсной пыли, особенно вредной для человека, почти всегда превышает допустимые нормы – особенно летом, когда добавляется органическая и неорганическая пыль, поступающая в помещения по неплотностям притворов окон и дверей. Так что воздух производственных помещений деревообрабатывающих объектов вреден для здоровья человека. Поэтому после рабочей смены надо очищать поры кожи от вредных веществ. А лучше бани нет для этого ничего. Следовательно, в составе деревообрабатывающего объекта должна быть баня.

Климатические условия юга и части средней полосы России требуют поддержания искусственного микроклимата в таких “вспомогательных” помещениях не только зимой, но и в летний период. Во многом это обусловлено как географическим положением, так и чрезмерным вторжением человека в биологическое равновесие природы.

По данным Национального доклада о состоянии земель, опустыниванием охвачены территории около 20 субъектов РФ. Наиболее активно процессы опустынивания земель проявляются на территориях Калмыкии, Дагестана и Тувы, Астраха-

нской, Волгоградской, Ростовской областей, Ставропольского и Алтайского краёв. Процессам опустынивания подвержены также территории Воронежской, Саратовской, Оренбургской, Омской, Челябинской, Читинской областей, Хакасии и Бурятии. Этому в немалой степени способствуют интенсивные самозаготовки дров и использование отходов деревообработки на нагрев воды в банях в летний период.

В отличие от Крайнего Севера, где из-за малой величины дневной удельной падающей энергии солнечного излучения продолжительность периода восстановления нарушенного биоравновесия составляет десятки лет, в опустынивающихся районах восстановление тормозится из-за повышенной величины упомянутого показателя и малого количества осадков.

Опустынивание земель характеризуется возрастанием степени континентальности климата: летом становится жарче, а зимой – холоднее.

Человек не в силах в одиночку изменить климат в этих регионах, однако, перестав эксплуатировать биоту этих мест, он обязан дать природе возможность самовосстановиться. Для этого надо при обустройстве своего быта шире использовать энергию солнечного излучения.

В тех районах, где величина годовой удельной падающей энергии солнечного излучения составляет не менее 1200 кВт·ч/м², применение существующих технологий для производства теплоты на основе теплотехнически продуманного потребления солнечной энергии может обеспечить до 25% годовой величины теплоты для систем отопления, до 50% – для систем горячего водоснабжения, до 75% – для систем кондиционирования воздуха.

КБ “ВоДоМёт” уже разработаны – в рамках проекта “Альтернативная энергетика” – системы и установки для производства теплоты на упомянутой основе, которые достаточно

эффективны на высоких широтах, вплоть до 60 град. северной широты [1, 2, 3].

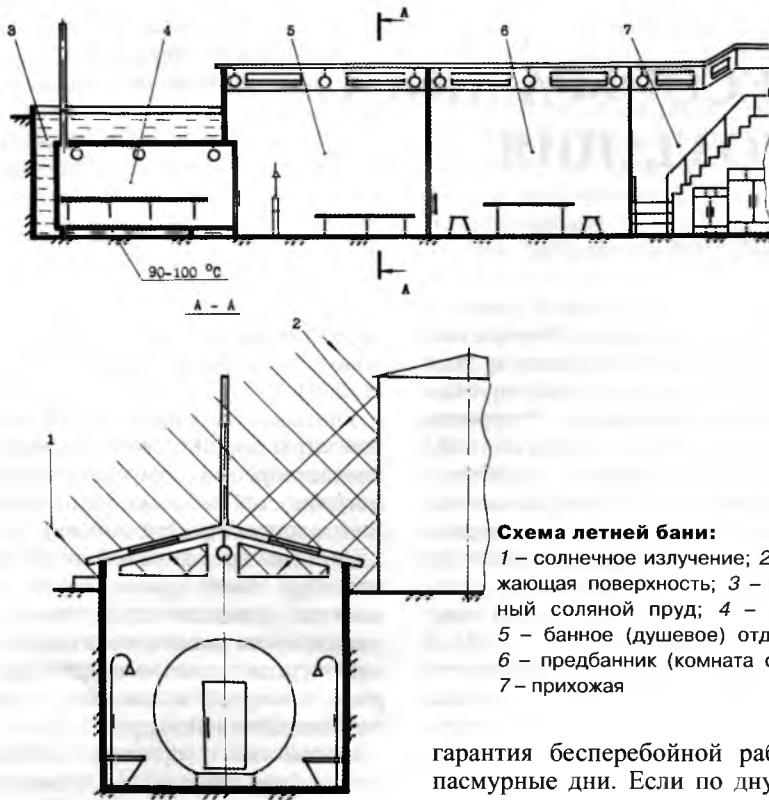
Учитывая актуальность уменьшения затрат органического топлива при удовлетворении физиологических потребностей человека, нами предлагается летняя баня (гелиобаня).

Система предлагаемой гелиобани включает также здание, вернее, его южную ограждающую конструкцию, которая увеличивает поступление энергии солнечного излучения в расположенный с южной стороны солнечный соляной пруд.

Устройство и принцип действия летней бани (см. рисунок) можно характеризовать следующим образом.

Стены парной 4 и воздух её внутреннего пространства постоянно нагреты до температуры 85–90°C от падающей и отражённой от поверхности 2 энергии солнечного излучения 1, запасённой солнечным соляным прудом 3. Моечное (банное, душевое) отделение 5 прогревается из-за поступления теплоты из парной и солнечного соляного пруда через их ограждающие конструкции. Величина температуры воздуха в комнате отдыха (предбаннике) 6 будет уже не намного больше, чем в прихожей 7, однако при заглублении всей конструкции в землю величина температуры будет меньше в сравнении с улицей, что особенно важно на юге России, где величина температуры наружного воздуха может составлять более 30°C. Конечно, моечное отделение, комната отдыха и прихожая могут быть расположены и выше уровня земли – в зависимости от географического положения объекта и пожелания застройщика.

Предполагается, что парная внутри будет обшита вагонкой из осины, липы, ольхи или клёна. Главное, вагонка должна быть без сучков: сучки имеют большую плотность, чем основная древесина, а значит, аккумулируют больше теплоты, так что если прислонишься случайно к сучку – ожог обеспечен.

**Схема летней бани:**

- 1 – солнечное излучение; 2 – отражающая поверхность; 3 – солнечный соляной пруд; 4 – парная; 5 – банные (душевые) отделения; 6 – предбанник (комната отдыха); 7 – прихожая

гарантия бесперебойной работы в пасмурные дни. Если по дну пруда проложить водопровод, то он будет обеспечивать круглосуточное поступление горячей воды для душа и других целей. Солнечный соляной пруд 3 с парной 4 может быть пристроен к обычной бане.

Главное преимущество гелиобани состоит в том, что сезон максимума дневной удельной падающей энергии солнечного излучения совпадает с сезоном максимума физиологических потребностей человека в помывке. Ведь чем жарче лето, тем больше пыли, тем быстрее кожа грязнится и в большей мере требует очистки (мытья). Когда же солнца нет, когда дожди, то меньше пыли и человек меньше потеет.

Предлагаемую гелиобаню можно применять не только на пыльных производствах, но и в детских летних лагерях (она пожаробезопасна), на спортивных базах, в санаториях, домах престарелых, домах отдыха, на турбазах, пляжах, в садоводческих товариществах, в придорожном сервисе и на остановочных пунктах, на малых пристанях и паромных переправах, на птицефабриках и животноводческих фермах, машинно-тракторных станциях, в деревнях, сёлах и городах.

Зимой парную 4 можно использовать для хранения, например, авиационного запаса природного газа.

Гелиобаня весьма эффективна в

средней полосе России: в этой зоне величина дневной удельной падающей энергии солнечного излучения ($\text{kBt}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$) максимальна – 7 (а с учётом рассеянной составляющей – 8,4). Для сравнения: в тропиках величина упомянутого показателя составляет 7,1 (8,3), а на экваторе – 6,5 (7,5). Возрастание названной энергии при увеличении широты обусловлено значительным возрастанием продолжительности дня: так, в июне продолжительность дня в средней полосе России составляет более 16 ч, а в тропиках – всего 12 ч.

Солнечные соляные пруды – это аккумуляторы и концентраторы энергии солнечного излучения с развитой сетью примитивных отражателей (например, стен зданий, окрашенных блестящей краской; окон, летом покрываемых алюминиевой фольгой, способных отражать в акваторию пруда сотни $\text{kBt}\cdot\text{ч}$ энергии солнечного излучения). Их можно использовать вплоть до 60 град. северной широты, т.е. зона эффективного применения гелиобани включает в себя территории Ленинградской, Пермской, Свердловской, Тюменской, Томской областей, Красноярского края, Иркутской области, Хабаровского края.

Выводы

Широкое применение гелиобани в средней полосе России обусловит значительное сокращение неоправданных расходов топлива летом, улучшение экологической обстановки, повышение энергозащищённости деревообрабатывающих производств и коммунального хозяйства, а также их энергетической самостоятельности. Отходы же деревообработки пригодятся зимой для снабжения теплотой различных объектов, в том числе деревообрабатывающих производств.

Список литературы

- Осадчий Г.Б.** Гелиокамера для сушки пиломатериалов // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2006. – № 3. – С. 17–18.
- Осадчий Г.Б.** Факторы, влияющие на эффективность энергосбережения в ЖКХ // Страйклуб. – 2002. – № 7–8. – С. 6–11.
- Осадчий Г.Б.** Нетрадиционные варианты хладотеплоснабжения зданий // Страйклуб. – 2003. – № 3. – С. 12–16.
- Янтовский Е.И.** Потоки энергии и эксергии. – М.: Наука, 1988.

УДК 684.419:621.88.001.24

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ ВЫДЁРГИВАНИЯ ШУРУПА ИЗ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

А.Н.Дырявко, В.Н.Харин, д-р техн. наук – Воронежская государственная лесотехническая академия

При проектировании и производстве корпусной мебели учитывают величину удельного сопротивления древесностружечных плит (ДСП) выдёргиванию из них шурупов ($\text{Н}/\text{мм}$) – показателя способности ДСП удерживать ввинченные в них шурупы [1] при возникновении нагрузки выдёргивания.

Экспериментально установлено, что удельное сопротивление выдергиванию шурупов зависит от следующих показателей: плотности ДСП, относительного содержания в них связующего, способа прессования стружечных пакетов, глубины завинчивания шурупа, геометрических параметров шурупа, места его установки (в кромке, пласти), предела прочности плит при растяжении перпендикулярно пласти. Однако на практике для определения величины нагрузки выдёргивания шурупов учитывают только свойства ДСП и глубину ввинчивания шурупа [1, 2].

Но анализ конструкций мебели и используемой фурнитуры позволяет сделать вывод, что при расчёте величины нагрузки выдёргивания шурупов необходимо учитывать также их геометрические параметры, регламентируемые ГОСТ 1145–80 “Шурупы с потайной головкой. Конструкция и размеры”.

Поверхность любого шурупа или винта представляет собой винтовую поверхность [3, 4], образующуюся в пространстве движением прямой или кривой линии, неизменно связанной с твёрдым телом, совершающим винтовое движение с постоянным шагом вокруг какой-либо постоянной оси.

При винтовом движении точки её траектория есть право- или левовинтовая цилиндрическая кривая. Из всего множества винтовых линий выберем – для упрощения расчёта шурупов – цилиндрическую винтовую линию, образованную прямой линией, перпендикулярной оси вращения.

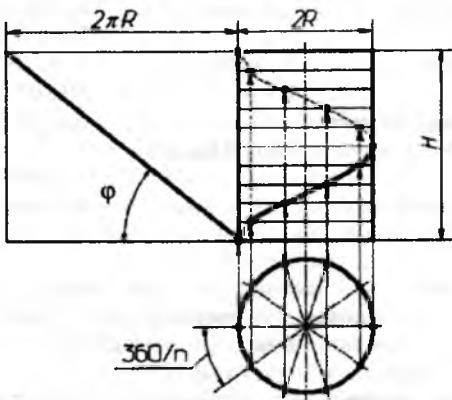


Рис. 1. Цилиндрическая винтовая линия

Цилиндрическая винтовая линия (рис. 1) характеризуется [3, 4] радиусом R цилиндра, на котором расположена линия, и шагом H винтовой линии.

Для определения величины площади винтовой поверхности рассматривают так называемую общую винтовую поверхность. В [4] показано: величину площади $S_{2\pi R}$ винтовой поверхности, вырезанной из цилиндра $x^2 + y^2 = R^2$, на интервале $\varphi = [0, 2\pi]$ вычисляют по формуле

$$S_{2\pi R} = \int_0^{2\pi} \int_0^R \sqrt{r^2 + b^2} dr d\varphi = 2\pi \left[\frac{R}{2} \sqrt{R^2 + b^2} + \frac{b^2}{2} \ln \frac{R + \sqrt{R^2 + b^2}}{b} \right], \quad (1)$$

где $b = H/2\pi$.

Для определения величины площади резьбы шурупа необходимо из площади по (1) вычесть площадь фигуры, находящейся внутри цилиндра – стержня шурупа радиусом R_1 (рис. 2). Поскольку прямая, образующая резьбу шурупа, находится под углом $\gamma/2$ к перпендикуляру, опущенному на ось шурупа (рис. 2), то величину контактной площади шурупа $S_{2\pi r_1}$ находят по следующей формуле:

$$S_{2\pi r_1} = \pi \left[R \sqrt{R^2 + b^2} - R_1 \sqrt{R_1^2 + b^2} + b^2 \ln \left(\frac{R + \sqrt{R^2 + b^2}}{R_1 + \sqrt{R_1^2 + b^2}} \right) \right] [\cos(\gamma/2)], \quad (2)$$

где γ – угол наклона прямой, образующей поверхность резьбы шурупа (по ГОСТ 1144–80 $\gamma = 60^\circ$).

Для вычисления величины сопротивления выдёргиванию определённого шурупа из ДСП примем следующие допущения в отношении свойств ДСП:

1. Структура ДСП равномерна по всей длине и площади резьбы шурупа.

2. Величина диаметра предварительно просверлённого отверстия такова, что при ввинчивании шурупа плита стержнем шурупа не разрушается, т.е. физические свойства ДСП остаются неизменными.

Для упрощения расчёта примем следующие допущения в отношении параметров шурупа:

1. Нагрузка выдёргивания шурупа распределяется только по его резьбе, т.е. стержень шурупа не оказывает сопротивления его выдёргиванию.

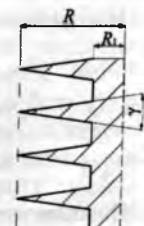


Рис. 2. Срез шурупа

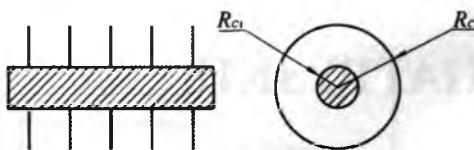


Рис. 3. Схематичное представление шурупа

2. Винтовая линия шурупа является цилиндрической, т.е. коническая часть шурупа не оказывает сопротивления его выдёргиванию.

3. При вычислении величины момента сопротивления шурупа выдёргиванию будем считать шуруп цилиндром, на котором жёстко закреплены кольца (рис. 3), эквивалентные по площади виткам шурупа. Внутренний радиус кольца R_{cl} равен внутреннему радиусу шурупа, а внешний радиус кольца R_c определяется из условия равенства площадей кольца и шурупа.

Рассмотрим элементарный радиальный участок площади действия нагрузки выдёргивания на винтовой элемент ДСП, который представляет собой жёстко закреплённую балку со свободным концом, равномерно нагруженную по всей длине (рис. 4) [5, 6].

Расчётная формула для напряжения σ ($\text{Н}/\text{м}^2$) в опасном сечении при изгибе имеет вид [5, 6]:

$$\sigma = M_{u \max} / W \leq [\sigma], \quad (3)$$

где $M_{u \max}$ – максимальный изгибающий момент M_u , $\text{Н}\cdot\text{м}$;
 W – момент сопротивления сечения изгибу, м^3 ;
 $[\sigma]$ – максимально допустимая величина напряжения изгиба, $\text{Н}/\text{м}^2$.

Величины M_u вычисляем по формуле

$$M_u = -q(X-z)^2 / 2, \quad (4)$$

где q – нагрузка на единицу сечения резьбы, равная F/S (F – сила выдёргивания при исследуемых режимах эксплуатации, S – площадь резьбы);
 X – глубина резьбы.

Величины W кольцевого сечения изгибу вычисляем по формуле

$$W = \frac{\pi R_c^3}{4} \left[1 - \left(\frac{R_{cl}}{R_c} \right)^4 \right], \quad (5)$$

где R_{cl} , R_c – соответственно внутренний и внешний радиус кольца ($R_{cl} = R_1$, $R_c = \sqrt{(1/\pi) S_{2\pi y} + R_{cl}^2}$).

При выдёргивании шурупа из ДСП происходит также срез резьбовой поверхности ДСП резьбой шурупа. Расчётная формула для касательного напряжения среза τ ($\text{Н}/\text{м}^2$) такова:

$$\tau = Q / A \leq [\tau], \quad (6)$$

где Q – нагрузка среза, Н ;
 A – площадь сечения в плоскости сдвига, м^2 ;
 $[\tau]$ – максимально допустимая величина τ , $\text{Н}/\text{м}^2$.

В нашем случае

$$A = L H, \quad (7)$$

где $L = \sqrt{(2\pi R)^2 + H^2}$ – длина винтовой линии шурупа, м.

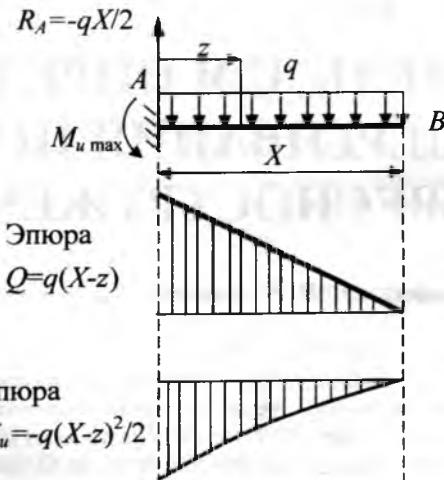


Рис. 4. Расчётная схема изгиба жёстко закреплённой балки со свободным концом

Результаты расчётов, проводимых по формулам (3–7), позволяют определить, оптимальен ли данный шуруп для данных условий эксплуатации.

Для определения $[\tau]$ и $[\sigma]$ будем использовать данные, представленные в ГОСТ 1145–80 “Шурупы с потайной головкой. Конструкция и размеры”, ГОСТ 10637–78 “Плиты древесностружечные. Метод определения удельного сопротивления выдёргиванию гвоздей и шурупов”, ГОСТ 10632–89 “Плиты древесностружечные. Технические условия”.

Марка шурупа 4x40
Диаметр шурупа, мм:

внешний 4

внутренний 2,8

Шаг резьбы шурупа, мм 1,75

Плотность ДСП, $\text{кг}/\text{м}^3$ 750

Удельное сопротивление выдёргиванию шурупа

из ДСП, $\text{Н}/\text{мм}$ 60

Глубина ввинчивания шурупа, мм 13

Расчётные значения параметров следующие:

Площадь одного витка $9,74 \text{ мм}^2$

Количество витков $7,43$

(принимаем 7) шт.

Суммарная площадь контакта $55,714 \text{ мм}^2$

Площадь эквивалентного кольца $7,95 \text{ мм}^2$

R_{cl} $1,4 \text{ мм}$

R_c $2,12 \text{ мм}$

Момент сопротивления кольца $6,058 \text{ мм}^3$

Сила выдёргивания 780 Н

Распределённая нагрузка по кольцу $154,809 \text{ Н}/\text{мм}$

Модуль $M_{u \max}$ $40,102 \text{ Н}\cdot\text{мм}$

Напряжение изгиба $6,62 \text{ МПа}$

Длина одного витка винтовой линии

шурупа $12,7 \text{ мм}$

Площадь среза 165 мм^2

Напряжение среза $4,73 \text{ МПа}$

Полученные значения напряжения изгиба и напряжения среза являются максимально допустимыми, поскольку уже при данной величине нагрузки происходит вырывание шурупа из пласти ДСП.

Величины технических параметров шурупов разных марок (3x40, 4x40, 5x40) при одном значении глубины

ввинчивания шурупа (13 мм) и одной величине удельной нагрузки выдёргивания шурупа (60 Н/мм), а также величины стоимости этих шурупов приведены в таблице.

Путём проведения сопоставительного анализа данных таблицы можно определить степень целесообразности использования шурупов той или иной марки. Так, при относительном уменьшении стоимости шурупа на $(0,18 - 0,13)100\% / 0,18 = 27,8\%$ относительное снижение прочности соединения на срез составляет $(6,31 - 4,73)100\% / 4,73 = 33,4\%$, а на изгиб – $(8,287 - 6,62)100\% / 6,62 = 25,2\%$. При относительном увеличении стоимости шурупа на $(0,23 - 0,18)100\% / 0,18 = 27,8\%$ относительное возрастание прочности соединения на срез составляет $(4,73 - 3,90)100\% / 4,73 = 17,5\%$, а на изгиб – $(6,62 - 4,97)100\% / 6,62 = 24,9\%$.

Выводы

1. Определена зависимость стоимости шурупа от показателей прочности соединения на основе этого шурупа (винта).

2. Результаты выполнения расчёта величины напряжения среза и величины напряжения изгиба соединения на основе шурупа по предлагаемой математической модели этого соединения позволяют в каждом конкретном случае технически обосновать необходимость использования более надёжного (т.е. менее нагруженного в тех же условиях эксплуатации) и, следовательно, более дорогостоящего шурупа или возможность выбрать сравнительно дешёвый шуруп.

Список литературы

1. Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесност-

Параметр шурупа	Величина параметра шурупа марки		
	3 x 40	4 x 40	5 x 40
Диаметр шурупа, мм:			
внешний	3	4	5
внутренний	2,1	2,8	3,5
Шаг резьбы, мм	1,25	1,75	2,0
Расчётная площадь одного витка, мм^2	4,214	9,74	11,7
Количество витков, шт.	10	7	6
Суммарная площадь контакта, мм^2	43,812	55,714	76,0
$R_c, \text{мм}/R_{c1}, \text{мм}$	1,58/1,05	2,12/1,40	2,66/1,75
Напряжение изгиба, МПа	8,287	6,62	4,97
Площадь среза, мм^2	123,5	165,0	205,8
Напряжение среза, МПа	6,31	4,73	3,90
Примерная стоимость шурупа, руб.	0,13	0,18	0,23

ружечных плит. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 320 с.

2. Фридман И.М. Деревообработка. Практическое руководство. – СПб.: Профикс, 2006. – 544 с.

3. Люкшин В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1968. – 372 с.

4. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3 т. [Т.] 3. – М.: Физматлит, 2003. – 864 с.

5. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1995. – 560 с.

6. Ардеди А.А., Ардеди Н.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов: Учеб. пособ. для студ. сред.-проф. образования. – М.: Академия, 2003. – 320 с.

УДК 674:658.382.3

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ, ВИДОВ И ПРИЧИН ОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЛИНИЙ

Г. В. Бектобеков, Н. Е. Гарнагина, кандидаты техн. наук – Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия

Широкое внедрение механизированных и автоматизированных линий в деревообрабатывающую промышленность, по мнению некоторых, само по себе обуславливает улучшение условий труда и снижение уровня производственного травматизма в этой отрасли.

Однако такое утверждение правомерно только при условии, что в производство поступают линии, на которых технологический процесс, оборудование и организация рабочих мест соответствуют предъявляемым к ним требованиям безопасности. Но результаты исследований, проведённых кафедрой "Безопасность жизнедеятельности" (БЖД) СПГЛТА совместно с отраслевыми проектно-конструкторскими и пусконаладочными организациями,

показывают: большая часть линий, установленных на предприятиях, не соответствуют этим требованиям.

Опыт эксплуатации механизированных и автоматизированных деревообрабатывающих линий на различных предприятиях свидетельствует: большинство линий, спроектированных без комплексного учёта свойств и способностей человека своевременно реагировать на изменение состояния техники, приборов контроля, технологического процесса, эргономических требований и т.п., долго не могут достичь проектного уровня мощности и требуемого качества продукции – из-за вынужденных простоев, ремонтно-наладочных, профилактических работ и повышенного уровня производственного травматизма.

Таблица 1

Название группы линий	Количество линий в группе	
	абсолютное, шт.	относительное, %
Линии для обработки брусковых деталей	18	3,4
Линии для форматного раскряя плитных материалов	37	7,0
Линии для калибрования и шлифования	104	19,7
Линии для облицовывания пластей и кромок	200	38,0
Линии для сверления, присадки и установки шкантов	47	8,9
Линии для отделки, шлифования и полирования	121	23,0
Итого	527	100,0

Поэтому идентификация и анализ опасных и вредных производственных факторов, обуславливающих неблагоприятные условия труда и неприемлемо высокий уровень производственного травматизма, – актуальная задача специалистов, обслуживающих эти линии. В табл. 1 приведены группы механизированных линий, установленных на деревообрабатывающих предприятиях, на которых проводились исследования (относительное количество линий в группе (%) – это отношение абсолютного количества линий в ней к общему количеству линий всех групп).

Оценку соответствия линий требованиям безопасности проводили по методикам, разработанным в СПГЛТА. В них учтены межотраслевые и отраслевые нормативные документы: ГОСТ ССБТ 12.3.042–88 “Деревообрабатывающее производство. Общие требования безопасности”, ГОСТ ССБТ 12.2.026.0–93 “Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции”, “Правила по охране труда в лесозаготовительном, деревообрабатывающих производствах и при проведении лесохозяйственных работ”, “Оценка травмобезопасности рабочих мест для целей их аттестации по условиям труда” (Методические указания. – М., 1999.) и др.

Путём анализа данных по производственному травматизму по группам линий с глубиной ретроспективы 25–30 лет определены уровни показателя потенциальной травмоопасности, или риска травмирования операторов в отношении 100 линий каждой группы (табл. 2).

Название группы линий	Уровень риска, 10 ⁻⁴
Линии для обработки брусковых деталей	0,9
Линии для форматного раскряя плитных материалов	8,8
Линии для калибрования и шлифования	5,3
Линии для облицовывания пластей и кромок мебельных щитов	48,2
Линии для сверления, присадки и установки шкантов	69,0
Линии для отделки, шлифования и полирования	35,9

Анализ данных по травматизму при использовании импортных и отечественных линий показывает: несмотря на внешнюю завершённость импортных линий и их технологичность, уровень риска травмирования на них в среднем в 3 раза выше, чем на отечественных линиях.

Таблица 2

Источник опасности, из-за которого произошёл несчастный случай	Относительное количество несчастных случаев (%) при использовании линий группы для				
	обработки брусковых деталей	форматного раскряя плитных материалов	калибрования и шлифования	облицовывания мебельных щитов	отделки
Обрабатываемая деталь	92,3	–	60	3,1	6,7
Вращающийся режущий инструмент	7,7	71,4	–	9,4	–
Регулируемый или устанавливаемый режущий инструмент	–	–	–	3,1	–
Вращающиеся приводные звёздочки и цепи конвейеров	–	–	20	6,3	20
Вращающиеся транспортные ролики	–	–	–	12,5	–
Вращающиеся подающие ролики	–	–	20	6,3	20
Прижимные ролики и кронштейны поворотных устройств	–	–	–	3,1	–
Верхние приводные ролики барабанных устройств (перекладчиков)	–	–	20	–	–
Отжимные ролики ленточных конвейеров	–	–	–	6,3	–
Вращающиеся клеевые, грунто-, красконаносящие и дозирующие вальцы	–	–	–	9,4	53,3
Приводные ремни и шкивы электродвигателей при вращении, ремонте, наладке	–	–	–	12,5	–
Ограничители поворотных устройств	–	–	–	3,1	–
Концевые выключатели	–	–	–	9,4	6,7
Плиты пресса при смыкании	–	–	–	3,1	–
Подвижные регулируемые питатели	–	–	–	3,1	–
Ограждения опасных участков при ремонте или наладке линий	–	–	–	–	13,3
Рамки толкателей	–	–	–	3,1	–

Это, по нашему мнению, объясняется не только фактором меньшей производительности отечественных линий, но и фактором большей жёсткости требований, предъявляемых отечественными стандартами безопасности труда к технологическим процессам и проектируемому деревообрабатывающему оборудованию. Основные источники опасности (см. табл. 2), определяющие уровень производственного травматизма на линиях, – обрабатываемые детали, вращающийся режущий

Таблица 3

Рабочая зона линии	Основные источники опасности в рабочей зоне на линии	Количество несчастных случаев, %
Зона загрузки	Питатели	5,1
	Приводные цепи	1,7
	Толкатели	1,7
Зона обработки	Вращающиеся kleевые вальцы	5,1
	Обрабатываемые детали	5,1
	Вращающиеся грунто-, краско- наносящие и дозирующие вальцы	13,5
Транспортные системы	Вращающиеся подающие ролики	3,4
	Вращающийся режущий инструмент	13,5
	Смыкающиеся плиты пресса	5,1
	Вращающиеся клиноремённые передачи	5,1
	Вращающиеся приводные звёздочки и цепи конвейеров	15,2
	Вращающиеся отжимные ролики ленточных конвейеров	3,4
Зона выгрузки	Приводные верхние ролики барабанных устройств (перекладчиков)	1,7
	Ограничители поворотных устройств	1,7
	Вращающиеся ролики конвейеров	1,7
	Обрабатываемые детали	3,4

инструмент, отсутствие или неисправность ограждений и предохранительных устройств, транспортные системы (прижимные вращающиеся ролики, звёздочки и др.).

Для уточнения перечня участков, требующих конструктивной или технологической доработки, были проведены дополнительные исследования по выявлению наиболее опасных зон и источников опасности. Для этого каждая автоматизированная линия была условно разделена на 5 рабочих зон: загрузки, обработки, транспортных систем, выгрузки, обслуживания.

В табл. 3 приведено распределение относительного количества несчастных случаев (%) по источникам опасности в каждой зоне – с охватом всех рабочих зон каждой линии. По табл. 3 видно: 45,7% всех несчастных случаев происходит в зоне обработки, а около 30% – в зоне транспортных систем. Значительно и относительное количество несчастных случаев (13,6%), происходящих в зоне обслуживания при ремонте и наладке линий.

На рис. 1 приведено распределение относительного количества несчастных случаев при использовании линий по основным причинам. Углублённый анализ показывает, что около 20% всех несчастных случаев происходит из-за отсутствия должного руководства и надзора за соблюдением работниками правил техники безопасности и трудовой дисциплины, а более 13% – из-за отсутствия систематического подробного инструктирования работников и их обучения правильным и безопасным приёмам работы на рабочих местах. Это говорит о том, что соответствующая пропаганда охраны труда и добровольное отношение к служебным обязанностям могут значительно снизить уровень производственного травматизма.

Из-за отсутствия или неисправного состояния ограж-



Рис. 1. Распределение относительного количества несчастных случаев (%) при использовании линий по основным причинам

дений и предохранительных устройств на линиях происходит около 17% несчастных случаев, и ровно такое же количество несчастных случаев обусловлено неисправным состоянием технологического оборудования, приспособлений и съёмного инструмента.

Из-за грубого нарушения производственной дисциплины и инструкций по технике безопасности происходит 8,5% всех несчастных случаев, а из-за невнимательности или неосторожности работника – только около 2%.

Анализ распределения относительного количества несчастных случаев по группам стажа пострадавших показывает: наибольшее количество несчастных случаев (35,6%) происходит с рабочими, имеющими стаж от 2 до 3 лет. Анализ тяжести несчастных случаев (т.е. продолжительности периода (в днях) лечения пострадавших до момента их возвращения к трудовой деятельности) показывает: относительное количество несчастных случаев с количеством дней нетрудоспособности от 1 до 20 составляет всего лишь около 40%. Анализ распределения относительного количества несчастных случаев по основным частям тела показывает, что повреждения правой руки составляют 60%, левой – около 30%, ног – 4–5%, головы – 3%. Характерными повреждениями при этом являются переломы – 35%, ранения – 31%, ушибы – 17%, отрывы частей тела – 15%.

Результаты анализа распределения относительного количества несчастных случаев по группам локализации и характера повреждения свидетельствуют о несовершенстве ограждений опасных участков, особенно в зоне обработки, несовершенстве технологических процессов, отказах транспортных систем, а также механизмов в зонах загрузки и выгрузки.

По рис. 2 видно, что в течение первого часа работы и на восьмом часу (т.е. в конце смены) наблюдаются повышенные величины относительного показателя травматизма (соответственно 11,9 и 23,7%), что можно объяснить

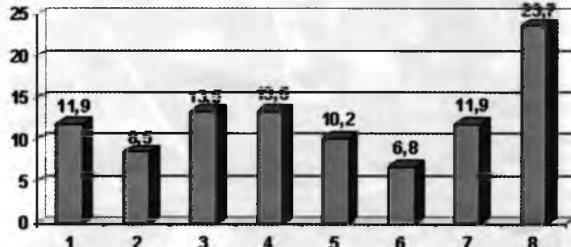


Рис. 2. Распределение относительного количества несчастных случаев (%) по часам рабочего дня от начала последнего

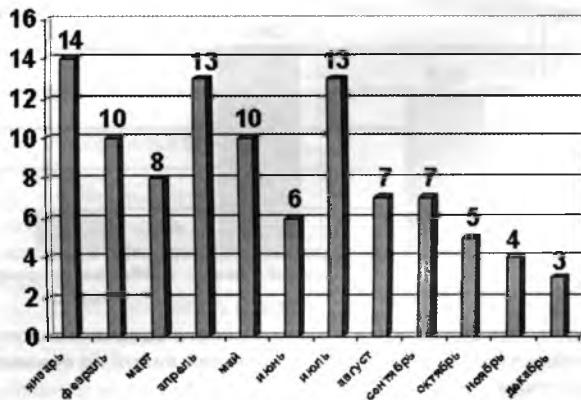


Рис. 3. Распределение относительного количества несчастных случаев (%) по месяцам года

действием фактора неправильного выбора режима труда и отдыха.

Анализ распределения относительного количества несчастных случаев по режимам труда и отдыха операторов линий показывает, что оптимален режим с четырьмя перерывами в течение 8-часового рабочего дня: обеденный перерыв не менее 30 мин и три перерыва на 10–15 мин (один – до обеда и два – после обеда, через

каждые 1,5 ч работы). Количество случаев производственного травматизма при режиме труда с тремя перерывами (дообеденным, обеденным и послеобеденным) составляет 62% общего (с охватом всех режимов труда и отдыха) количества несчастных случаев.

Анализ распределения относительного количества несчастных случаев по месяцам года (рис. 3) показывает, что организация бесперебойной, равномерной работы линий обуславливает снижение уровня показателя производственного травматизма примерно на 10%.

Заключение

Анализ источников опасности использования деревообрабатывающих линий и причин производственного травматизма в этих условиях убедительно показывает: в современных деревообрабатывающих производствах следует проводить – с целью снижения уровня показателя производственного травматизма – не только технические мероприятия по повышению безопасности труда, но и работу по решению проблемы дальнейшего совершенствования системы управления безопасностью труда – эта система должна стать таким же объектом инженерного проектирования, как и сама автоматизированная линия, технологический процесс и система управления качеством продукции.

УДК 674:624.011.1:061.3

БУДУЩЕЕ – ЗА КЛЕЕНЫМИ ДЕРЕВЯННЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

3 апреля 2008 г. в г. Казани прошло очередное (выездное) заседание Национально-технического совета (НТС) "Деревянные конструкции" Российской

академии архитектуры и строительных наук (РААСН), посвящённое производству и применению клеёных деревянных конструкций

(КДК) в Татарстане, Марий Эл и других регионах Поволжья. В заседании приняли участие ведущие архитекторы и проектировщики Татарстана и Чувашии, сотрудники вузов, а также представители министерств, ведомств, строительных и инвестиционных компаний, руководители архитектурно-планировочных управлений администраций городов Поволжского федерального округа России.

Выбор места проведения мероприятия обусловлен следующими существенными обстоятельствами:

1. Сегодня Татарстан – один из тех регионов, которые применяют КДК не только в малоэтажном строительстве, но и при создании объектов культурно-массового назначения. Так, в Казани клеёный брус использовали в качестве несущих конструкций при сооружении аквапарка "Ривьера", а в Альметьевске – при возведении теннисных кортов.

2. Казань – один из городов Поволжья, для которого в настоящее время характерен постоянно расту-



На заседании НТС "Деревянные конструкции" РАASN

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru



Председатель НТС "Деревянные конструкции" РААСН Л.М.Ковальчук



Заведующий сектором несущих конструкций Лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСКА С.Б.Турковский



Генеральный директор группы компаний "Тимбер" Н.Ю.Гайнутдинова

щий интерес к возможностям, особенностям и практике гражданского и промышленного строительства с применением КДК.

3. Со столицей Татарстана неразрывно связана деятельность инновационного холдинга "Группа компаний "Тимбер", который активно сотрудничает с ЦНИИСКОм имени

В.А.Кучеренко, стремясь в полной мере использовать свой производственный потенциал.

Открыл заседание председатель Казанского отделения РААСН, заведующий кафедрой Казанского государственного архитектурно-строительного университета, д-р техн. наук Равиль Рахимов. В своём приветственном слове к участникам заседания он кратко изложил сегодняшнее состояние деревообрабатывающей промышленности региона, а также высказал слова благодарности в адрес приехавших в Казань гостей.

Первым среди заявленных докладчиков слово взял председатель НТС "Деревянные конструкции" РААСН, главный научный сотрудник Лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСКА, засл. деятель науки России, д-р техн. наук, проф. Л.М.Ковальчук. Он не только сделал содержательное сообщение по заявленной теме "Производство и применение деревянных конструкций в различных отраслях", но и коснулся истории и перспектив развития КДК в нашей стране. При индустриальном производстве КДК получается материал с небольшой массой (это облегчает его транспортировку и монтаж, уменьшает нагрузку на фундамент), не имеющий конкурентов по способности противостоять огню и агрессивным средам. Ну а главное – это теплота и архитектурная выразительность конструкций из КДК. В настоящее время в России промышленное производство КДК только возрождается, поэтому годовой объём их выпуска почти такой же, как в Австрии (не более 120 тыс.м³).

По мнению докладчика, наиболее эффективное направление развития производства КДК состоит не в совершенствовании производства клеёного стенового бруса и несущих конструкций по индивидуальным проектам, а в постепенном переходе промышленности на выпуск унифицированных элементов, из которых в дальнейшем можно создавать различные конструктивные формы. КДК – это идеальный материал для типовых сборно-каркасных домов. Например, на одном из заводов в Санкт-Петербурге уже налажено производство элементов каркаса, кровли, стропил из клеёной древесины для сборных коттеджей. Но основной сферой применения КДК во

всём мире являются большепролётные несущие конструкции, которые используют при строительстве спортивных комплексов, аквапарков, гостиниц, торговых центров, автомобильных и пешеходных мостов, складов химических реактивов.

Заведующий сектором несущих конструкций Лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСКА, д-р техн. наук С.Б.Турковский выступил с докладом по теме "Научные основы разработки деревянных конструкций с соединениями системы ЦНИИСКА". Он подробно изложил суть своей оригинальной работы по решению одной из важнейших проблем КДК – создания равнопрочных соединений. Участники заседания убедились, что на сегодняшний день имеется возможность создавать конструкции практически любых размеров из доступных для изготовления и транспортирования элементов.

С особым интересом участники мероприятия выслушали доклад заведующего Лабораторией деревянных конструкций ЦНИИСКА, канд. техн. наук А.А.Погорельцева. Он рассказал о преимуществах использования клеёной древесины в несущих большепролётных конструкциях и изложил факты применения "системы ЦНИИСКА" при возведении десятков объектов, среди которых немало уникальных: ЦВЗ "Манеж", конькобежный центр в Крылатском, ледовый дворец в Строгине (все – в Москве) и др. На многочисленных примерах было доказано, что КДК при пролётах более 18 м экономически выгоднее железобетонных и металлических.

В завершение заседания от имени производителей клеёных деревянных конструкций выступила генеральный директор группы компаний "Тимбер" Н.Ю.Гайнутдинова. Она подробно рассказала об особенностях производства, возможностях и перспективах развития завода "Тимбер" – одного из немногих на сегодняшний день деревообрабатывающих производств, способных изготавливать большепролётные конструкции. Сегодня в России имеется всего 6–7 предприятий, способных производить подобные ответственные конструкции из клеёной древесины. В их числе – и холдинг "Группа компаний "Тимбер".

УДК 684.41:674.76-416(048.2)

ПОЛЕЗНАЯ КНИГА ПО ТЕХНОЛОГИИ ГНУТОКЛЕЁНОЙ МЕБЕЛИ

Ведущий отечественный специалист в области технологии гнутоклеёной мебели проф. П.В.Костриков написал монографию "Производство гнутоклеёной мебели" (книга издана в этом году), которая полезна и интересна как для мебельщиков-профессионалов, так и для тех, кто только начинает работать в мебельной отрасли.

Книга насыщена техническим материалом, необходимым для организации производства гнутоклеёных деталей и мебели на их основе.

Дизайнеры мебели получили необходимую информацию по рациональному использованию гнутоклеёных деталей и основным принципам создания гнутоклеёной мебели.

Конструкторам мебели преподнесены инженерные методы расчёта гнутоклеёных деталей мебели на прочность и долговечность.

Технологам предприятий представлена широкая информация по определению оптимальных условий ведения технологических процессов формообразования гнутоклеёных заготовок и их механической обработки.

В книге содержится обширный материал как по способам формообразования заготовок, так и по конструкциям пресс-форм, прессов и другого оборудования для механической обработки деталей и отделки гнутоклеёной мебели. Каждый раздел книги сопровождается примерами конкретных конструкций (опро-



бованных на множестве мебельных предприятий), что очень ценно для конструкторов оборудования и механиков.

Автор всю свою жизнь посвятил совершенствованию технологии гнутоклеёных деталей и мебели на их основе. Он разработал оригинальные методики проведения исследований, дающие, как показало время, положительные результаты в практической работе. Это направление научной работы, представленное в книге, может помочь исследователям технологии деревообрабатывающих производств в их работе.

Поскольку в стране расширяется производство гнутоклеёных деталей и мебели на их основе, то преподаватели вузов и колледжей должны уделять этой прогрессивной технологии

больше внимания. Предлагаемая монография поможет преподавателям улучшить свои учебные программы.

Данная книга, конечно, будет полезна и студентам, которые хотят расширить свои знания в области технологии гнутоклеёной мебели – объём представления этой технологии в академической программе не значителен.

Монография обеспечивает возможность практического использования изложенной в ней информации: в книге приведены примеры организации участков по производству гнутоклеёных заготовок, представлен цех по производству гнутоклеёных сидений и спинок, показан план цеха по производству гнутоклеёной мебели, детально описан весь технологический процесс изготовления гнутоклеёной мебели (начиная от стадии проектирования мебели) с указанием величин технико-экономических показателей производства.

Автор книги справедливо считает, что данная технология особенно подходит для развития малого бизнеса, который должен составлять основу мебельной промышленности.

Книга содержит 286 стр. текста. Она издана на современном уровне (отпечатана на хорошей бумаге, в ней много цветных иллюстраций), а потому легко читается. За последнее время это одна из немногих новых монографий, посвящённых мебельному производству.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Напоминаем, что подписная кампания проводится 2 раза в год (по полугодию).

В розничную продажу журнал не поступает, в год выходит 6 номеров; индекс журнала по каталогу газет и журналов Агентства "Роспечать" – 70243.

Если вы не успели оформить подписку с января, это можно сделать с любого месяца.

Редакция

ОАО “Ульяновский мебельный комбинат”



Коллекция модульной мебели “Мальта”



Актуальная книга для проектантов и инвесторов аспирационных и транспортных пневмосистем деревообрабатывающих предприятий

В 2008 г. в издательстве “Политехника” вышла книга “Системы пневмотранспорта, пылеулавливания и вентиляции на деревообрабатывающих предприятиях” (Теория и практика. В 2 томах. Том 1. Аспирационные и транспортные пневмосистемы: Учеб. пособие. — СПб.: Политехника, 2008. — 430 с). Автор — доктор техн. наук, проф. СПГЛТА, засл. работник высшей школы РФ В.Е.Воскресенский.

В книге обобщены и систематизированы современные достижения в области теории, расчёта и проектирования низко-, средне- и высоконапорных систем пневматического транспорта измельчённой древесины, а также аспирационных пневмотранспортных систем с рециркуляцией воздуха (АсПТСРВ), обслуживающих технологическое оборудование от отечественных и зарубежных производителей. Системы АсПТСРВ, в состав которых входят рециркуляционные рукавные фильтры, по сравнению с прямоточными системами аспирации, выбрасывающими отработанный воздух в атмосферу через циклоны, имеют следующие преимущества.

1. Обеспечивают 10-кратное энергосбережение в системах приточной вентиляции производственных помещений;

- на нагревание приточного воздуха в холодный период года;
 - на организованную круглогодичную подачу приточного воздуха в производственные помещения.

2. Примерно в 96 раз уменьшают пылевые выбросы в атмосферу, снижая экологическую напряженность в городах.

Кроме того, они способствуют уменьшению мощности заводских котельных, выбрасывающих в атмосферу диоксид углерода (CO_2), и, следовательно, косвенно препятствуют накоплению парниковых газов в атмосфере.

В книге приведены обновлённые классификации аспирационных и транспортных пневмосистем, рекомендуемые и проверенные на практике схемные решения пневмосистем. Рассмотрены: сетевое оборудование, испытание и наладка аспирационных и транспортных пневмосистем, приборная база. Даны расширенные **Болаблицы**



аспирационных параметров технологического оборудования от отечественных и зарубежных производителей.

Все системы АсПТСРВ рассмотрены совместно с системами приточной и вытяжной вентиляции и пневмотранспортёрами, доставляющими отходы механической обработки древесины к заводской котельной.

Приведены современные методики гидравлических расчётов аспирационных и транспортных пневмосистем, а также практические примеры таких расчётов, методика выбора типоразмеров радиальных вентиляторов по их сводным характеристикам, методика определения требуемых величин мощности электродвигателей радиальных вентиляторов, используемых в пневмосистемах циклонов и рукавных фильтров. Предложены методика и примеры расчёта величин показателей экономической эффективности альтернативных инвестиционных проектов по реконструкции прямоточной аспирационной пневмо-

системы в рециркуляционную на базе дисконтированных денежных потоков, генерируемых вложенными в проект инвестициями, с жизненным циклом в 8 лет и различными долями заемного капитала в инвестициях W_d : 0; 0,5; 1,0. Для указанных значений W_d определены величины: инвестиций INV ,

ванного денежного дохода NDR, срока окупаемости PB, рентабельности, характеризующей индекс доходности RI и индекс прибыльности ROIC, внутренней ставки доходности IRR и эквивалентного годового дохода ECF.

Приведены вспомогательные и справочные материалы, необходимые для проектирования и гидравлического расчёта пневмотранспортных систем, среди которых абсолютно новыми являются аэродинамические и технические характеристики современных радиальных пылевых вентиляторов от ЗАО "Консар" (г. Саров), центробежных нагнетателей от ОАО "Дальэнергомаш" (г. Хабаровск) и шлазовых затворов от ЗАО "Консар", аспирационные параметры 155 деревообрабатывающих станков от зарубежных фирм.

Освещены вопросы учёта требований пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации пылеулавливающего оборудования и пневмотранспорта на деревообрабатывающих предприятиях.

данная книга – первое издание, объединяющее вопросы теории, гидравлического расчёта, справочных данных, практики и экономики, необходимые проектантам и инвесторам аспирационных и транспортных пневмосистем деревообрабатывающих предприятий.

Книга рекомендована учебно-методическим объединением по образованию в области лесного дела Минобразования РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 25.03.00 "Технология и оборудование лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств". Она может заинтересовать специалистов научно-исследовательских, проектных и проектно-конструкторских организаций, а также технических отделов деревообрабатывающих предприятий.

*Книгу можно приобрести в изда-
тельстве по адресу:*

**191023, Санкт-Петербург, Инженерная ул., д. 6, 3-й этаж.
Часы работы: с 10.00 до 18.00.
Выходные: суббота, воскресенье.
Тел./факс: (812) 312-44-95, 312-53-90.
E-mail: gfm@polytechnics.ru
сайт: www.apnevmotransport.com**